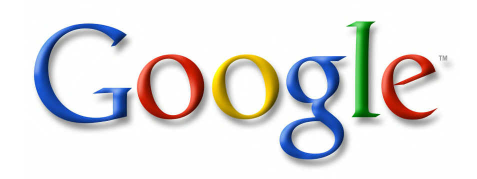
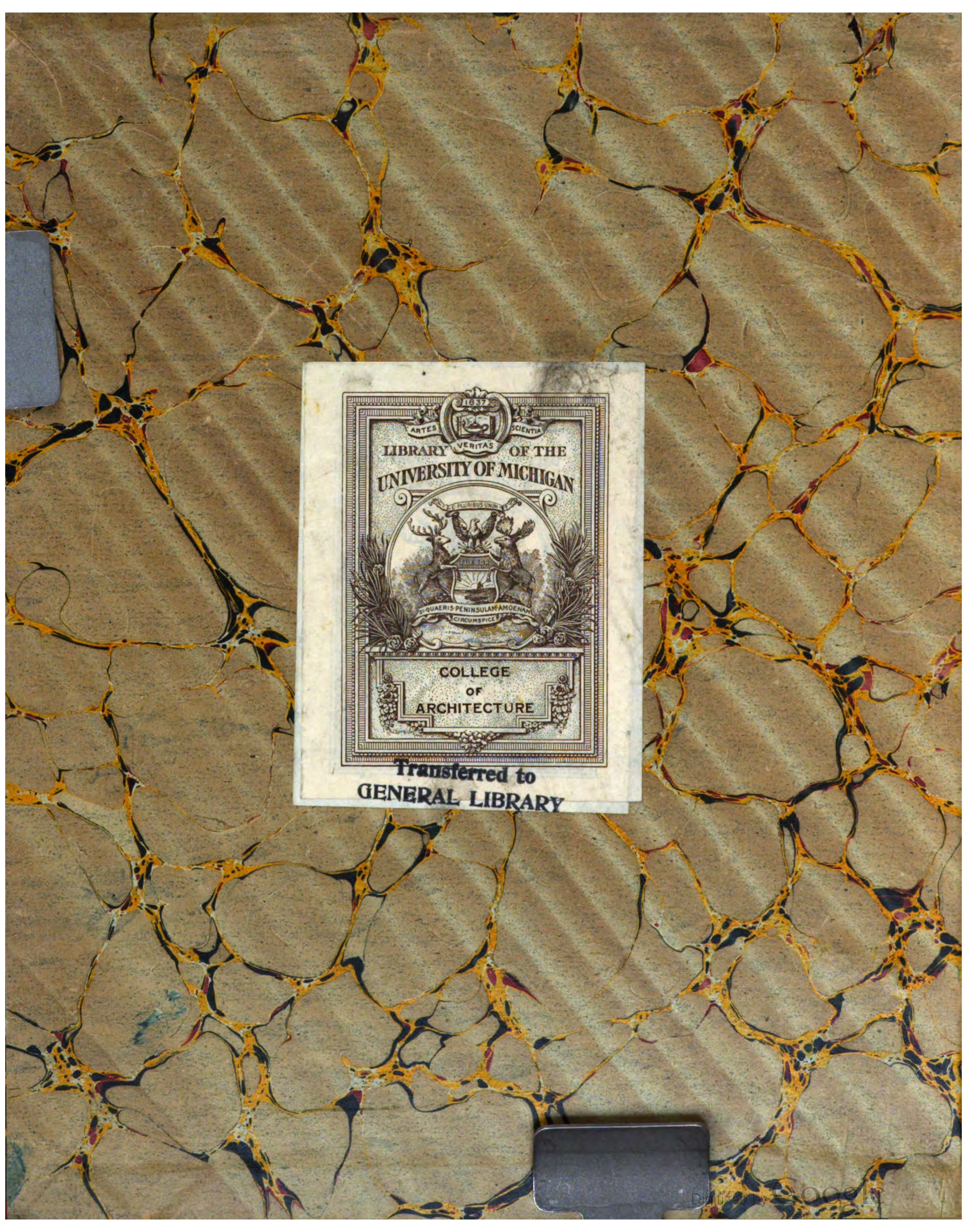
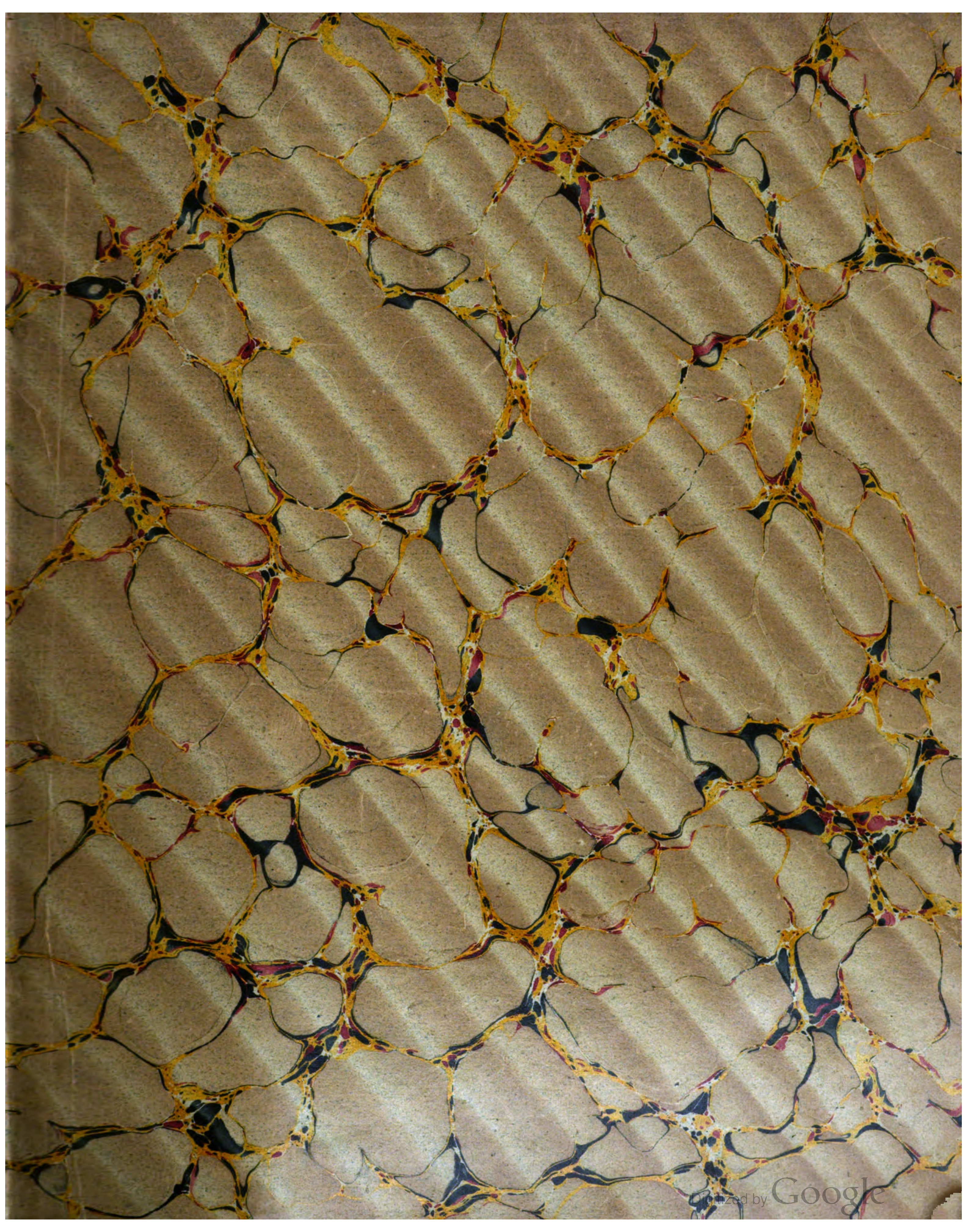

Google



La Revue électrique

Union techniques
des syndicats de l'électricité


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ARCHITECTURE
Transferred to
GENERAL LIBRARY
Digitized by Google



LA

REVUE ELECTRIQUE

ORGANE

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION :

MM. Brylinski, Chaussenot, E. Fontaine, de la Fontaine-Solare, Meyer-May, E. Sartiaux, R. Sée, Tainturier.

COMITÉ DE PATRONAGE :

MM.

Guillain, Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Brylinski, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Cordier, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
A. Coze, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Meyer-May, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Beauvois-Devaux, Trésorier de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Azaria, Administrateur délégué de la Compagnie générale d'Électricité.
D. Berthelot, Président de la Société d'Électricité de Paris.
Brachet, Directeur de la Compagnie d'éclairage électrique du Secteur des Champs-Élysées.
Carpentier, Membre de l'Institut, Constructeur électricien.
Debray, Directeur de la Compagnie parisienne de l'Air comprimé.
Eschwège, Directeur de la Société d'éclairage et de force par l'Électricité, à Paris.
H. Fontaine, Ingénieur électricien.
Genty, Président de l'Est-Lumière.
Harlé, de la Maison Sautter, Harlé et Cie.
Henneton, Ingénieur-Conseil.
Hillairet, Constructeur électricien.
Javaux, Président du Conseil directeur de la Société Gramme.
F. Meyer, Directeur de la Compagnie continentale Edison.
Mildé, Constructeur électricien.
Postel-Vinay, Constructeur électricien.
E. Sartiaux, Ingénieur électricien.
Sciama, Administrateur-Directeur de la Maison Bréguet.
E. Fontaine, Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

LA

REVUE ÉLECTRIQUE

ORGANE

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE

J. BLONDIN,

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, PROFESSEUR AU COLLÈGE ROLLIN,
RÉDACTEUR EN CHEF.

Avec la collaboration de :

MM. Armagnat, Becker, P. Bourguignon, Courtois, Da Costa,
Jacquin, Jumau, Goisot, J. Guillaume, Labrouste, Lamotte, Mauduit, Maurain,
Pellissier, Raveau, G. Richard, Turpain, etc.

TOME X

Juillet-Décembre 1908.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1908

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,

41948 Quai des Grands-Augustins, 55.

Tome X. N° 109. — 15 juillet 1908.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'éclairage des trains et des automobiles au moyen de dynamos commandées par l'un des essieux des véhicules présente de sérieuses difficultés et a donné lieu dans ces dernières années à de nombreux travaux qui ont été exposés à plusieurs reprises dans ce journal par notre collaborateur M. Jacquin. La **dynamo Iglésis** fournit une nouvelle solution du problème; on trouvera page 12 le principe et les propriétés de cette dynamo.

Le développement des grands réseaux de distribution par courants alternatifs à hautes tensions devait nécessairement entraîner celui de l'emploi des appareils de transformation du courant alternatif en courant continu. D'après l'étude de M. Stone sur les **Commutatrices** (p. 15), ce développement est particulièrement remarquable aux États-Unis et il a été accompagné de divers perfectionnements de construction qui ont rendu les commutatrices plus légères, moins coûteuses et moins encombrantes. Notons que les derniers modèles sont à axe vertical; c'est, en somme, revenir à la disposition de la permutatrice Rougé et Faget, disposition si vivement critiquée il y a 8 ans, sans doute parce qu'on était habitué jusqu'alors à des commutatrices à arbre horizontal. Signalons aussi les nouveaux procédés de réglage de la tension par modification de la section du flux inducteur, préconisés par Woadbridge et par Burnham.

Malgré les nombreuses recherches effectuées en vue d'établir la théorie de l'**accumulateur alcalin fer-nickel,** recherches que M. Jumau a résumées dans ces colonnes à plusieurs reprises, cette théorie n'est pas encore au point. M. Foerster vient d'apporter une nouvelle contribution à la question (p. 16). Il prouve que cet accumulateur n'est pas rigoureusement un accumulateur à électrolyte invariable, car l'électrolyte varie de concentration pendant les réactions de décharge : ces variations seraient dues à l'absorption d'eau par la matière active-positive pendant la décharge, l'oxyde $Ni(OH)^2$ formé à la décharge étant plus hydraté que l'oxyde Ni^2O^3 qui constitue la matière active à fin de charge. Connaissant ces variations de concentration, on peut calculer la variation de force électromotrice, et l'on trouve ainsi des valeurs très rapprochées de celles fournies par l'expérience.

La préoccupation constante des exploitants de réseaux de distribution est d'augmenter le plus possible la charge de leurs usines pendant le jour. Quelques-uns des systèmes de tarification qu'exposait M. George dans le dernier numéro de ce journal ont été imaginés en vue de provoquer cette augmentation. Mais il ne suffit pas que l'énergie électrique soit vendue à bon marché pour qu'on l'utilise : il faut encore qu'on trouve des débouchés. Ce sont ces débouchés que M. Cousin passe en revue dans son rapport sur les **Emplois du courant de jour** (p. 21). On y trouvera une comparaison des dépenses de fonctionnement des ascenseurs hydrauliques et des ascenseurs électriques, comparaison toute à l'avantage de ces derniers; on y trouvera également le rappel de diverses autres applications domestiques : ventilateurs, nettoyage par le vide,

machines à coudre, stérilisation de l'eau et enfin le chauffage. A propos du chauffage, faisons observer que dans plusieurs installations de l'étranger le repassage avec fers chauffés électriquement est très utilisé : en Suisse, à Œrlikon notamment, nous avons pu constater que chaque villa possédait un fer à repasser électrique, et nous nous souvenons avoir lu, il y a quelques mois, dans une Revue américaine, que, sur certains réseaux, le développement de cette application est tellement considérable, que la charge de l'usine est, certain jour de la semaine que les ménagères ont adopté pour le repassage, presque égale à la charge maximum des soirées d'hiver.

Malgré quelques inconvénients, l'**emploi du courant alternatif simple en traction électrique** prend chaque jour une extension nouvelle sur laquelle M. Eichberg donne quelques renseignements (p. 26). Les **automobiles électriques**, qui, au début de l'automobilisme, semblaient répondre mieux que les automobiles à essences aux conditions des transports dans les villes, ont vu, au contraire, leur essor arrêté par les inconvénients des accumulateurs; néanmoins, on compte à l'étranger plusieurs applications importantes de ce système de traction, auquel M. Muller a consacré une étude très détaillée dont on trouvera un résumé page 28.

La connaissance de la consommation spécifique d'une lampe à incandescence présente un double intérêt. En premier lieu elle permet de comparer la valeur économique des lampes de diverses fabrications; en outre, pour les lampes d'une même fabrication, elle fournit un renseignement sur la durée de la vie de la lampe examinée, puisque, toutes choses égales d'ailleurs, cette durée décroît en même temps que la consommation spécifique. Aussi les fabricants ont-ils, depuis longtemps, songé à compléter l'essai photométrique que subissent les lampes avant de sortir de l'usine par une mesure de leur consommation spécifique; mais il leur fallait un appareil donnant cette consommation très rapidement, par une simple lecture faite simultanément avec la lecture de l'intensité lumineuse. Dès 1905, MM. Hyde et Brooks avaient imaginé un dispositif formé d'un photomètre et d'un wattmètre, combinés de telle façon qu'à chaque position de l'écran photométrique le wattmètre indiquât non pas la consommation totale, mais la consommation par bougie. Un appareil du même genre, qu'on pourrait appeler **watt : bougiemètre**, a été récemment imaginé par M. Paulus; on en trouvera la description, page 30. La maison Everett, Edgcumbe and C°, de Londres, a construit, d'après les mêmes principes, un appareil portatif d'une précision très satisfaisante.

Les expériences de Matthiessen et Bose sur la **variation de la résistivité des métaux** avec la température n'ont porté que sur l'intervalle de 0° à 100°; ces auteurs ont cependant constaté que la résistance décroît avec la température, mais que pour tous les métaux essayés, le fer excepté, le coefficient de température est voisin de 0,00366, c'est-à-dire du coefficient de dilatation des gaz. Dans la suite, Benoît, Le Chatelier et beaucoup d'autres savants ont opéré à de très hautes températures, tandis que Cailletet, Bouty, Dewar et Fleming sont descendus jusqu'à — 100°, voire même — 197°. L'ensemble des résultats obtenus n'a pas permis de vérifier si la résistance croissait proportionnellement à la température. Ce point particulier a été repris par Guido Niccolai; on verra plus loin, page 33, qu'il est arrivé à cette conclusion que la variation de résistance n'est pas une fonction simple de la température et que la loi de cette variation diffère d'un métal à un autre.

***

Lorsqu'en novembre dernier nous apprenions que l'ouverture de l'**Exposition d'Électricité de Marseille** était fixée à fin avril 1908, nous doutions que la chose fût possible. Elle l'était cependant, car si le mauvais temps n'avait, pendant tout l'hiver, retardé les travaux de construction, organisateurs et exposants eussent été prêts à la date fixée. En fait, ce n'est que dans le commencement de juin que le public put être admis dans les palais construits en vue de cette Exposition; mais c'est là un retard de peu d'importance auquel les Expositions antérieures nous avaient depuis longtemps habitués.

L'article que M. Fabry, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, a bien voulu écrire pour nos lecteurs, et que nous publions pages 34 et suivantes, nous dispense d'insister plus longuement ici sur ce que les électriciens pourront voir dans cette Exposition. Ajoutons toutefois que nous avons pu nous convaincre, grâce à la complaisance des organisateurs de l'Exposition, qui nous ont convié, les samedi et dimanche 4 et 5 juillet, à visiter l'Exposition, que celle-ci est des mieux réussies, et profitons de ce qu'il nous reste encore quelques lignes pour remercier chaleureusement de leur cordiale réception : MM. Cordier et Dubs, commissaires généraux, et M. Certoncini, secrétaire général de l'Exposition. Nous nous proposons, d'ailleurs, de revenir sur ce sujet dans nos prochains numéros.

J. Blondin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35.**

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Treizième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 3 juin 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité du 3 juin 1908.

Présents : MM. Guillain, président; Brylinski et Meyer-May, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; de la Fontaine-Solare, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Boutan, Cotté, Eschwège, Godinet, Pinot, Sartiaux, Sée.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président; Henneton et Michoud.

M. le Président souhaite la bienvenue à M. Godinet, qui assiste à la séance.

Cahier des charges type (loi du 15 juin 1906). — Relativement aux modifications intervenues dans la rédaction du cahier des charges, M. le président donne lecture de l'article 22. Certains membres font remarquer que le dernier alinéa de l'article 22 avec la disposition : « Pendant les six derniers mois de la concession, la commune aura la faculté de prendre toutes mesures pour assurer la continuité de la distribution de l'énergie en fin de concession », peut être très gênant pour les concessionnaires.

Par opposition à l'article 22, il est fait remarquer que l'article 23, qui portait autrefois les mêmes indications d'année et de dépenses remboursables dans les deux cas, est actuellement bien moins favorable, puisqu'il ne parle plus que des cinq dernières années au lieu de *n* années. M. Boutan fait notamment remarquer que cette clause annihile celle de l'article 22. Il estime qu'il aurait été préférable que les concessionnaires pussent débattre avec la ville, en laissant le nombre d'années et le coefficient de remboursement indéterminés dans le cahier des charges type [1].

Arrêté fixant les frais de contrôle dus a l'État par les entrepreneurs de distribution d'énergie pour l'année 1908. — M. le Président donne connaissance de l'arrêté de M. le Ministre des Travaux publics fixant, par application de l'article 9 du décret du 17 octobre 1907, les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distribution d'énergie. Cet arrêté sera reproduit dans *La Revue électrique* du 15 juin 1908.

Patentes. — Il est indiqué au Comité que la Commission Intersyndicale composée des contentieux des divers Syndicats se réunira le jeudi 4 juin, au siège social de l'Union. Il y sera donné lecture d'un travail résumant, sous forme de Mémoire sommaire, les diverses observations qui peuvent être présentées au point de vue du droit et de la jurisprudence. La Commission étudiera également, comme devant être jointe à cette question, une Note d'un caractère économique.

Projet de loi du Gouvernement relatif aux concessions de chutes d'eau et de forces hydrauliques sur les cours d'eau navigables et flottables. — Il est donné connaissance de ce projet, tel qu'il a été annoncé dans les divers journaux financiers et industriels à propos du dépôt du budget de 1909.

Contrôle des lampes électriques. — M. le Secrétaire rend compte de l'avancement des travaux de cette Commission qui doit se réunir à nouveau le 15 juin [1], lorsqu'elle aura reçu les observations de toutes les personnalités syndicales auxquelles les projets ont été adressés.

M. le Président insiste auprès des membres présents pour que les diverses organisations syndicales fassent parvenir leurs observations dans le plus bref délai relativement à cette question.

Cahier des charges pour cables a haute tension (Rapport de M. *Tainturier*). — M. le Président indique que ce Rapport a été transmis au Comité par le Syndicat professionnel des Usines d'électricité, afin qu'il puisse être soumis aux diverses Chambres syndicales intéressées et qu'ensuite un texte unique intervienne entre les constructeurs et les consommateurs.

Ce Rapport est renvoyé au Syndicat professionnel des Industries électriques.

M. Meyer-May indique que, pour simplifier la solution, il serait intéressant que M. Tainturier puisse se mettre directement en rapport avec M. le Président de la section correspondante du Syndicat des Industries électriques.

Exposition de Marseille. — M. le Président demande aux divers Syndicats affiliés à l'Union de vouloir bien faire, dans leurs Bulletins syndicaux, un encartage relatif au Congrès d'Électricité de Marseille.

---

[1] C'est par suite d'erreur du *Journal officiel* du 20 mai 1908 que cette mention du $\frac{1}{5}$ et de 5 années était restée dans la loi. Un erratum paru dans le numéro du 11 juin 1908 a rétabli n et $\frac{1}{n}$. Les concessionnaires ont donc la faculté de débattre ces chiffres de gré à gré avec les communes.

[1] Par suite d'empêchement du rapporteur, cette séance a été renvoyée au mois de juillet 1908.



Les mesures nécessaires seront prises à cet effet par le Secrétariat.

Comme questions restant à l'étude, M. le Président rappelle les instructions sur les installations électriques à l'intérieur des maisons, les instructions pour la réception des machines et transformateurs électriques, etc. Il engage les divers Syndicats intéressés à se mettre rapidement d'accord sur les questions.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

TREIZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE **1908**.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2^h à 4^h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8^h à midi et de 1^h30 à 5^h.

Note à propos des conditions d'établissement et d'entretien des lignes téléphoniques d'abonnement.

Nous publions d'autre part un arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes complétant les dispositions de l'arrêté du 8 mai 1901, relativement aux conditions d'établissement et d'entretien des lignes téléphoniques d'abonnement.

Nous attirons tout particulièrement l'attention de nos adhérents sur les termes dudit arrêté qui tendent à confirmer l'intention de l'Administration des Postes et des Télégraphes d'établir à trois fils les lignes secondaires sur les réseaux à batterie centrale.

Développement économique du Mexique.

Nous croyons intéressant d'attirer l'attention de nos adhérents sur le développement économique du Mexique, où l'on constate de toutes parts, en ce moment, l'éclosion de nouvelles entreprises industrielles, notamment pour la distribution de l'énergie électrique, l'établissement de tramways électriques et la reconstruction de ports de mer.

Les constructeurs français auraient intérêt à agir de ce côté, et nous croyons savoir qu'ils seraient favorisés par des circonstances spéciales.

Notre Secrétariat tient à leur disposition la communication que le Syndicat a reçue à ce sujet.

Nous les engageons, en outre, à se renseigner auprès de l'Office national du Commerce extérieur, 3, rue Feydeau, qui, par les moyens dont il dispose et par le fonctionnement de ses divers services, est en mesure de leur procurer les indications de toute nature leur permettant de réaliser les projets que la lecture de cette Note pourrait leur suggérer.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

8° Le Rapport de M. Guieysse, sur les retraites ouvrières;

9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;

13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêtés organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements, p. 39.

Avis commerciaux. — Document publié par l'Office national du Commerce extérieur, p. 40. — Tableau des cours du cuivre, p. 40. — Avis d'adjudication, p. 40.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92**.

TREIZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE **1908**.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale du 23 juin 1908.

Présents : MM. F. Meyer, président d'honneur; Brylinski, président; Tainturier, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Chaussenot, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Bizet, Eschwège, Javal, Sée.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président; Brillouin, Dusaugey, Mondon.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des présentations en raison des demandes d'adhésion et statuer sur les admissions. Les personnes présentées sont les suivantes (*voir* cette liste dans *La Revue électrique* des 30 mai et 15 juin 1908).

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — M. le Secrétaire général indique qu'il y a eu six demandes d'emplois et trois offres, sur lesquelles un placement a été indiqué comme réalisé.

La correspondance s'est poursuivie, au point de vue contentieux, principalement sur les droits d'octroi, le régime des rivières, l'élagage des arbres, le curage des cours d'eau, l'enregistrement des polices, les assurances incendie, etc.

Au point de vue technique, le Secrétariat a été également consulté sur le réglage des machines, sur les turbines, etc.

Enfin nous avons été amenés à communiquer diverses documentations sur les patentes et sur les polices d'abonnement.

RAPPORT DE M. COUSIN SUR LES EMPLOIS DU COURANT DE JOUR. — M. Fontaine rend compte que, dans sa dernière séance, la Commission Technique a adopté un Rapport de M. Cousin sur les emplois du courant de jour.

La Chambre Syndicale décide qu'il sera renvoyé au Comité consultatif de rédaction de *La Revue électrique* en le priant de donner suite à l'insertion.

RAPPORT DE M. DOUCERAIN SUR LES ASSURANCES. — M. Fontaine rend compte qu'à sa dernière séance la Commission d'Exploitation administrative et commerciale a adopté le Rapport de M. Doucerain sur les assurances; elle présente ce Rapport à la Chambre Syndicale en la priant d'y donner sa sanction, de manière que ce Rapport puisse être communiqué aux adhérents.

PROJET DE CIRCULAIRE AUX ADHÉRENTS ET NOTES DE M. COUSIN SUR LES COMPTEURS. — Dans la même séance de la Commission d'Exploitation administrative et commerciale ont été adoptées deux Notes préparées par M. Cousin qui permettent de mettre la clientèle au courant de la vérification sommaire d'un compteur. M. Cousin a bien voulu préparer également le texte d'une lettre pour l'envoi aux adhérents.

La Chambre Syndicale, ayant pris connaissance de ces documents, décide que la circulaire préparée par M. Cousin pourra être envoyée aux adhérents ainsi que le texte des deux Notes, de manière que ceux qui désireraient initier leur clientèle à la vérification sommaire des compteurs puissent y donner suite.

RAPPORT DE M. ROSENFELD SUR LES IMPOTS. — La Chambre Syndicale prend connaissance de la première partie de ce Rapport adoptée par la Commission d'Exploitation administrative et commerciale. Elle décide que ce Rapport sera tenu à la disposition des adhérents qui en feraient la demande une fois le rapport définitivement adopté.

PROJET DE LOI SUR LA RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL (horaires industriels). — M. Brylinski rend compte de la question dont il a été saisi à la suite de diverses informations, et notamment d'une demande de l'Union des Industries métallurgiques et minières relativement aux horaires dont la loi est actuellement en discussion devant la Chambre des Députés. Il y a à remarquer dans ce projet de loi l'assimilation des usines dont la marche est continue et de celles intitulées autrefois *à feu continu*.

M. le Président propose, à cet égard, de confier au Bureau de la Chambre Syndicale la rédaction d'une lettre qui sera envoyée immédiatement à tous les membres de la Commission du Travail ainsi qu'aux principaux députés s'intéressant aux distributions d'énergie électrique.

La Chambre Syndicale adopte cette proposition (1).

CAHIER DES CHARGES TYPE (erratum à l'article 23.). — M. le Président indique qu'à réception d'une édition spéciale du décret d'administration publique approuvant le cahier des charges type pour la concession d'une distribution d'énergie électrique par une commune ou un Syndicat de communes, il a constaté que le texte paru à l'*Officiel* n'était pas conforme. A la suite de cette question, un erratum a paru à l'*Officiel* (numéro du 17 juin 1908), relativement à l'article 23, 2e paragraphe : « Les dépenses devant être remboursées le seront pendant les n années précédant le rachat, sauf déduction pour chaque ouvrage de $\frac{1}{n}$ de sa valeur pour chaque année écoulée depuis son achèvement. »

Les concessionnaires ont ainsi beaucoup plus de latitude pour discuter le renouvellement de leur concession avec les autorités concédantes.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Secrétaire donne lecture de la liste des documents pouvant intéresser les adhérents du Syndicat, parus à l'*Officiel* depuis la dernière séance. Cette liste est la suivante :

Projet de loi relatif aux travaux interdits aux femmes et aux enfants employés dans les établissements commerciaux, présenté par M. Viviani, Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale (Chambre des Députés, 19 mai 1908).

Proposition de loi ayant pour objet d'étendre le régime de la législation sur les accidents du travail aux

(1) Cette lettre a été lue à la tribune du Parlement par M. Dron, député du Nord (voir *Officiel*, compte rendu, numéro du 26 juin 1908).

gens de maisons, domestiques et serviteurs de toute sorte, présentée par M. Pugliesi-Conti (Chambre des Députés, 29 mai 1908).

Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie, chargée d'examiner diverses propositions de loi relatives à l'élection des juges consulaires et des membres des Chambres de Commerce, par M. Faillot (Chambre des Députés, 1er juin 1908).

Rapport fait au nom de la Commission du Travail chargée d'examiner le projet de loi relatif à la réglementation du travail, disposition concernant le contrôle de la durée du travail dans les établissements industriels (Chambre des Députés, 5 juin 1908).

Patentes. — M. le Secrétaire général rend compte des éléments qui sont intervenus pendant la discussion de la Commission Intersyndicale relativement à cette question des projets de loi du Gouvernement et proposition de loi Cazeneuve.

Il en résulte qu'il y a lieu de joindre au Mémoire un aperçu économique montrant l'importance des sommes qui se trouvent engagées dans une installation électrique destinée à recevoir du courant et à le distribuer dans une usine.

Dans ces conditions, il y aurait superposition si, en outre des appareils existants, on se trouvait taxé sur la valeur d'une usine à vapeur susceptible de remplir le même objet ou de donner une force équivalente.

Congrès d'Électricité de Marseille. — M. le Président donne connaissance de la lettre qu'il a reçue, en date du 6 juin, de M. Cordier, commissaire général de l'Exposition de Marseille. Cette lettre demande la nomination de délégués de la Chambre Syndicale.

La Chambre Syndicale désigne pour la représenter MM. Brylinski, Bizet, George et Sée.

Comité électrotechnique français. — M. Brylinski rend compte de la dernière séance du Comité électrotechnique français qu'il a présidée. Il indique que M. Mascart a été désigné par les divers groupements nationaux pour succéder à Lord Kelvin, comme président de la Commission électrotechnique internationale.

M. le Président demande que la Chambre Syndicale autorise le versement de la subvention annuelle de 500fr, destinée à permettre, en ce qui la concerne, le fonctionnement du Comité en raison de ses charges vis-à-vis de la Commission électrotechnique internationale.

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre Syndicale l'*Annuaire* 1908 de cette Union, et remet aux membres présents les documents publiés depuis la dernière séance.

Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz. — M. le Président indique qu'il a reçu de M. Coze, ainsi que M. le Secrétaire général, l'invitation au banquet du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz, à l'occasion du 35e Congrès.

Il est heureux de constater une fois de plus les liens d'estime et les relations courtoises qui unissent nos deux Syndicats.

Fédération des industriels et des commerçants français. — M. le Secrétaire général fait part des réunions de cette Fédération au Havre, les 20 et 21 juin. Il indique une question très intéressante traitée dans le dernier *Bulletin* sur l'élection des Chambres de Commerce.

Institut électrotechnique de Grenoble. — M. le Président rend compte de la dernière circulaire reçue de cet Institut au mois de mai dernier, indiquant les services que peut rendre l'Institut au point de vue du recrutement personnel.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau l'*Agenda de l'Électro* qui présente, sous un volume restreint, une documentation très intéressante.

M. le Président dépose également le compte rendu de la 13e assemblée annuelle de l'Incorporated municipal electrical Association.

Exposition de Marseille. — La Chambre Syndicale ratifie la décision prise par le Bureau de publier, à titre d'encartage dans *La Revue électrique*, la circulaire relative à l'organisation du Congrès de l'Électricité de Marseille.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission d'Exploitation administrative et commerciale du 19 juin 1908.

Sont présents : MM. Sée, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; Cousin, Delarue, Doucerain, George, Javal, Rosenfeld.

Absents excusés : MM. Beauvois-Devaux, Cordier et Janvier.

Projet de loi sur la réglementation du travail (horaires industriels). — M. Sée signale la discussion pendante devant le Parlement relativement à la question des horaires industriels.

La Commission demande à M. Javal de vouloir bien étudier cette question pour qu'il puisse en être discuté dans une prochaine séance. Elle demande que M. le Président du Syndicat puisse faire auprès des Pouvoirs publics les démarches nécessaires pour sauvegarder les droits des industriels.

Assurances (Rapport de M. *Doucerain*). — M. le Président prie M. Doucerain de donner lecture de son Rapport.

Après discussion sur divers pionts, M. le rapporteur propose des textes modificatifs devant donner satisfaction aux desiderata de la Commission.

Le Rapport est ainsi définitivement approuvé; il sera transmis à la Chambre Syndicale.

Commission d'achat des lampes a incandescence (M. *Javal*, rapporteur). — M. Javal attire l'attention des membres de la Commission sur l'article 12 du projet et sur le défaut de sanction, ainsi que sur les responsabilités en cas de non-payement.

Controle des compteurs (Rapport de M. *Cousin*). — M. Cousin indique qu'il a préparé deux Notes : l'une très courte qui s'applique aux compteurs moteurs, l'autre qui s'applique à tous les types de compteurs.

Police d'abonnement (Rapport de M. *Javal*). — La Commission examine les grandes lignes du travail préparé par M. Javal pour les polices d'abonnement.

La Commission examine spécialement la question de savoir ce qui doit être joint à la police et ce qui peut en être distrait.

Pour servir de base à la discussion prochaine à insti-

tuer sur cette question, la Commission demande que le Rapport de M. Javal soit imprimé et envoyé à tous les membres avant la prochaine séance.

IMPOTS (Rapport de M. *Rosenfeld*). — La Commission prend connaissance des treize premières pages de ce Rapport, qui sera soumis à la Chambre Syndicale, après transposition des passages, de manière à donner un ordre de présentation suffisamment assimilable.

La suite de ce Rapport, remaniée par M. Rosenfeld, sera remise en bon ordre et transmise au bureau de la Commission pour la prochaine séance, de manière à pouvoir être discutée.

La première partie du Rapport de M. Rosenfeld, adoptée par la Commission, sera transmise à la Chambre Syndicale.

La suite de l'ordre du jour est renvoyée à une prochaine séance, 24 juillet, à 2h.

M. le Président indique qu'il a déjà préparé des circulaires sur l'organisation du contrôle.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 juin 1908.

1° *Membres actifs.*

MM.

Dumont (Pierre), Ingénieur de la Société Alioth, à Lunel (Hérault), présenté par MM. Berthon et Cahen.

Gerboz (Pierre), Directeur de l'usine électrique de Port-à-l'Anglais, à Port-à-l'Anglais (Seine), présenté par MM. Tainturier et Fontaine.

Krantz (Julien), Président des Conseils d'administration de la Société des accumulateurs Tudor et de l'Ouest-Lumière, 226, boulevard Saint-Germain, à Paris, présenté par MM. Baux et Brylinski.

2° *Membre correspondant.*

Simon (Louis), Électricien, 1, place de la Halle, à Aubusson (Creuse), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

3° *Usine.*

Usine électrique de Châtillon-sur-Indre (Indre).

Compte rendu bibliographique.

Les Rayons cathodiques, par P. VILLARD, Docteur ès sciences, Lauréat de l'Institut [1].

Cette nouvelle édition des *Rayons cathodiques* a été l'objet de remaniements importants : certains Chapitres ont été entièrement transformés et le plan même de l'Ouvrage a été quelque peu modifié. Les Chapitres relatifs aux expériences de Lénard et aux rayons uraniques ont été supprimés, et le sujet, mieux défini, devenu l'étude des rayons cathodiques dans les ampoules de Crookes, a pu être traité moins superficiellement que dans la première édition.

Dès le début sont indiqués les appareils et méthodes employés par l'auteur au cours des nombreuses recherches qui ont été deux fois couronnées par l'Académie des Sciences. Les lois fondamentales qui président au passage de l'électricité dans les gaz sont exposées avec tous les détails indispensables. Un Chapitre nouveau a été consacré à la description des propriétés fondamentales des rayons X et à la définition des *ions*.

L'Ouvrage, devenu ainsi tout à fait didactique, facilitera grandement, croyons-nous, l'introduction dans l'Enseignement des récentes conquêtes de la Physique.

La notion de *masse électromagnétique* est exposée dans le dernier Chapitre sous une forme à la fois très simple et suffisamment rigoureuse.

Enfin des photographies de faisceaux cathodiques et de rayons à charge positive, faites par l'auteur même, constituent autant de documents inédits qui viennent illustrer la seconde édition des *Rayons cathodiques*.

[1] In-8° (20-13) de 107 pages avec 48 figures, cartonné. 1908. 2fr (Gauthier-Villars, éditeur, Paris).

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Avis important.

Nous informons les membres adhérents que les différentes éditions de cahier des charges type et d'arrêté technique pour l'application de la loi sur les distributions d'énergie qui paraissent à l'*Officiel* ne sont que de simples rééditions et n'impliquent pas de changement au premier texte paru dans *La Revue électrique*, numéros des 30 mars et 30 mai 1908. C'est en raison de l'épuisement des numéros du *Journal officiel* qui ont reproduit ces documents qu'il a été décidé de procéder à une nouvelle publication dans le *Journal officiel*.

En ce qui concerne le cahier des charges type, nous publions ci-dessous divers errata au texte paru dans le *Journal officiel* du 20 mai 1908. Nous les avions déjà introduits dans le texte que nous avons publié dans *La Revue électrique* du 30 mai 1908, sauf l'addition très importante de la mention : « Le Conseil d'État entendu. »

ERRATA. — *Dans le dispositif du décret, avant le mot :* « Décrète », *ajouter :* « Le Conseil d'État entendu »

ART. 12. — *Supprimer, à la fin du 2e alinéa, le renvoi* (1) *répété par erreur.*

Au renvoi (2) *de l'article* 16, *lire :*

« Les redevances pour pose, entretien *ou* location du compteur ... »

A l'article 30 *du cahier des charges, le dernier alinéa devra être libellé comme suit :*

« En cas de manquement aux obligations imposées par les art. 6, 9, 13, 14 et 28 du présent cahier des charges... »

A l'article 31, 3e *alinéa, lire :* « Sur le cautionnement, seront prélevés le montant des amendes stipulées à l'article 30... »

Art. 7, 1er *alinéa, lire, conformément au texte publié au* Journal officiel :

« Le concessionnaire sera tenu d'acquérir... »

Nous prions, par suite, les adhérents de considérer comme exacts les textes que nous avons publiés dans *La Revue électrique*, en les complétant par l'erratum ci-dessus, « le Conseil d'État entendu », et par les errata publiés dans *La Revue électrique*, du 30 mai 1908, page 408, et du 15 juin 1908, page 448. Nous attirons tout particulièrement l'attention des membres du Syndicat sur l'importance de ce dernier erratum qui laisse à chaque concessionnaire la faculté de discuter avec l'autorité concédante le nombre d'années intéressant les circonstances du rachat.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

DYNAMOS.

La dynamo Iglésis à intensité constante sous vitesses variables pour éclairage et allumage des voitures automobiles et pour éclairage des trains. [Communication présentée à la Société des Électriciens par IGLESIS. Observations de CH. JACQUIN (*Bulletin de la Société des Électriciens*, mars 1908, p. 191 à 213)]. — La dynamo présentée par M. Iglésis à la séance de mars de la Société des Électriciens est destinée à être actionnée par l'essieu d'une voiture automobile ou d'un véhicule de chemins de fer, c'est-à-dire à fonctionner à vitesse très variable. Elle fournit, malgré ces variations de vitesse, une intensité sensiblement constante.

Le procédé d'autorégulation employé diffère de ceux usités dans les nombreux systèmes connus de dynamos pour éclairage des trains et qui résident généralement dans des combinaisons de circuits électriques. Ce procédé, qui utilise un principe employé il y a de longues années dans un électrodynamomètre de M. Marcel Deprez, consiste à laisser l'inducteur A (*fig.* 1), non pas

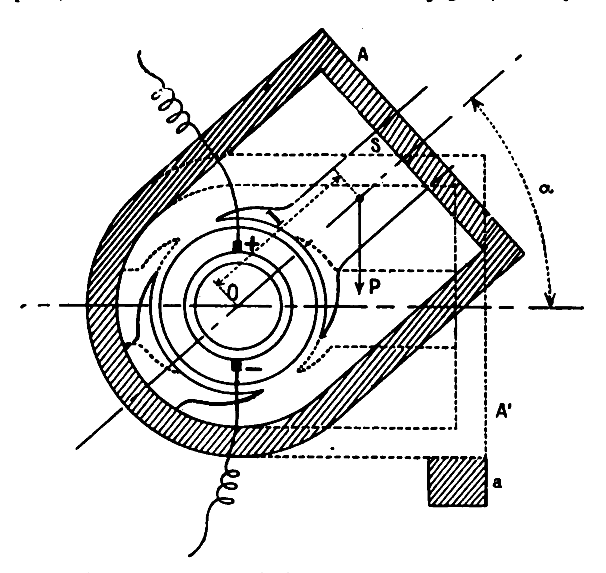


Fig. 1. — Schéma de la dynamo Iglésis-Regner.

fixe dans l'espace, mais libre de se déplacer autour de l'axe O de l'induit. Cet inducteur, qui, au repos A', vient reposer horizontalement sur une butée *a*, se trouve soulevé par réaction électromagnétique dès que la dynamo tourne à une certaine vitesse et a son circuit fermé. L'angle de déplacement α de l'inducteur augmente à mesure que la vitesse augmente, et le couple électromagnétique fait toujours équilibre au couple dû à la pesanteur. Ce dernier est égal à

$$PL \cos\alpha.$$

Le couple électromagnétique est égal à

$$K n I \Phi \cos\alpha,$$

n étant la vitesse, I l'intensité du courant et Φ le flux des inducteurs, car le déplacement de l'inducteur A a pour effet de réduire, suivant le cosinus de l'angle de déviation, le nombre de spires soumises à l'action du flux inducteur. (C'est l'équivalent du procédé qui consisterait à laisser l'inducteur fixe et à décaler les balais de plus en plus à mesure que la vitesse augmenterait.)

Les deux couples se faisant équilibre, on a

$$PL \cos\alpha = K n I \Phi \cos\alpha,$$

d'où

$$I = \frac{PL}{K\Phi},$$

c'est-à-dire que l'intensité totale débitée par la dynamo reste théoriquement constante tant que le couple résistant reste constant.

En pratique, cette intensité varie légèrement avec l'angle de déplacement de l'inducteur, à cause surtout de la variation des pertes magnétiques résultant de ce déplacement, mais la variation observée ne dépasse pas 10 pour 100 pour des variations de vitesse de 1 à 3.

Nous rappellerons qu'un procédé d'autorégulation du même genre, mais mécanique au lieu d'être électromagnétique, est employé dans la dynamo Stone, servant à l'éclairage électrique de plusieurs milliers de voitures

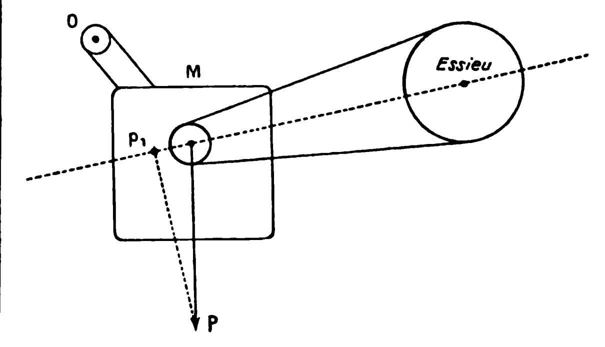


Fig. 2. — Schéma du dispositif Stone utilisant le glissement de la courroie.

de chemins de fer en Angleterre, Belgique et autres pays. Dans le système Stone, qui utilise le glissement de la courroie, la dynamo tout entière M (*fig.* 2) est suspendue par le côté en O, de manière que la compo-

sante de la pesanteur P crée sur la courroie une tension déterminée P_1 évidemment indépendante de la vitesse. Cette tension est choisie de façon qu'au delà d'une vitesse du train assez faible, par exemple 25^{km} à l'heure, la puissance absorbée par la dynamo sous charge ne puisse plus être transmise par la courroie sans un glissement qui augmente à mesure que la vitesse angulaire de l'essieu augmente, tandis que la vitesse angulaire de la dynamo reste sensiblement constante. Ce procédé extrêmement simple d'autorégulation mécanique, qui n'affecte en rien la commutation comme le font la plupart des systèmes électriques y compris le système Iglésis, convient bien pour les dynamos de faible puissance servant à l'éclairage de voitures isolées, mais n'est pas applicable pour des dynamos de grande puissance telles que celles capables d'éclairer tout un train, parce qu'alors la transmission mécanique par courroie peu tendue se fait mal et le réglage par glissement devient trop irrégulier.

M. Iglésis montre, par un calcul que nous ne reproduirons pas parce que le résultat en est presque évident *a priori*, que, l'intensité du courant total débité et le couple restant toujours constants, la force électromotrice de la dynamo reste constante si elle travaille sur une résistance constante telle que des lampes à incandescence et augmente légèrement avec la force contre-électromotrice des accumulateurs, si elle est connectée avec une batterie seule ou en parallèle avec des lampes. Si le nombre des lampes allumées correspond à une consommation égale au débit normal de la dynamo, les accumulateurs ne reçoivent ni ne fournissent aucun courant; si le nombre de lampes allumées est plus grand, le débit total de la dynamo ne pouvant augmenter, ils fournissent une partie du courant d'éclairage; si, au contraire, le nombre de lampes est plus faible, ils reçoivent une portion du courant total de la dynamo, c'est-à-dire se rechargent légèrement pendant l'éclairage même, à un régime d'autant plus élevé qu'il y a moins de lampes en circuit. Si toutes les lampes sont éteintes, c'est-à-dire pendant la marche du jour, les accumulateurs se chargent au régime le plus élevé qui est égal au courant total débité de la dynamo, et ce régime reste constant même lorsque les éléments sont saturés, parce que la force électromotrice de la dynamo augmente à mesure que la force contre-électromotrice de la batterie augmente. Cette charge de la batterie à *intensité constante* est, on le sait, mauvaise pour la conservation des plaques d'accumulateurs, lorsque ceux-ci sont arrivés à saturation; aussi le limiteur de charge, employé depuis longtemps dans la plupart des systèmes existants d'éclairage des trains (où pourtant la charge se fait généralement à *tension constante*, c'est-à-dire dans des conditions moins destructives que dans le système Iglésis) pour réduire ou supprimer la charge par le jeu de solénoïdes, lorsque la tension aux bornes des éléments atteint 2,6 à 2,7 volts, est-il encore plus nécessaire avec la dynamo Iglésis dans le cas d'application de celles-ci à l'éclairage électrique des trains, et M. Iglésis prévoit avec raison, pour cette application, un appareil coupant la connexion des accumulateurs avec la dynamo lorsque la tension par élément atteint 2,6 à 2,7 volts. Pour les applications de la dynamo Iglésis sur les voitures automobiles, l'auteur ne prévoit pas de limiteur de charge, probablement parce que sur ces voitures, le courant électrique étant toujours employé pour l'allumage du moteur, même lorsque l'éclairage ne fonctionne pas, les accumulateurs sont moins sujets à se saturer, et peut-être aussi parce que la question de durée et de remplacement de la batterie est moins envisagée sur les engins coûteux que sont les automobiles.

Nous avons vu plus haut qu'en marche le courant passant dans les lampes est constant quel que soit le degré de charge des accumulateurs et quel que soit le nombre de lampes allumées. Nous avons vu aussi qu'en théorie on pourrait ajuster le courant total débité par la dynamo à une valeur inférieure au courant maximum absorbé par le total des lampes, la batterie venant en aide à la dynamo, c'est-à-dire se déchargeant plus ou moins suivant le nombre de lampes éteintes et ne se chargeant que lorsqu'une partie seulement des lampes sont allumées. En pratique, surtout pour l'éclairage des trains, il faut ajuster le courant total débité par la dynamo de façon que les accumulateurs reçoivent toujours en marche une légère *charge*, même avec toutes les lampes allumées; on le fait dans tous les systèmes parce que, si la batterie était déjà déchargée en partie pendant les périodes de marche, elle pourrait se trouver épuisée en cas d'arrêts ultérieurs très prolongés. Par conséquent, la dynamo doit avoir son débit ajusté pour fonctionner en marche sur des accumulateurs ayant toujours une tension d'au moins 2,3 à 2,4 volts par élément, et non 2 volts ou 1,9 volt. Il en résulte que pendant les arrêts, où les accumulateurs seuls sont en décharge sur les lampes et où leur tension tombe à 1,9 volt environ, il se produit une diminution légère du courant circulant dans les lampes qui se traduit par une baisse sensible dans la lumière si aucun dispositif n'est prévu pour y remédier. Sur les automobiles, cette baisse de lumière pendant les arrêts est sans importance, et M. Iglésis n'a, avec raison, rien prévu pour la supprimer (*fig.* 3); mais pour l'éclairage des trains on ne peut guère l'admettre, et M. Iglésis prévoit dans ce cas, comme cela existe dans tous les autres systèmes d'éclairage électrique des trains, l'intercalation automatique d'une résistance d'absorption r (*fig.* 4) entre les accumulateurs et les lampes pendant la marche, quand la dynamo est connectée, cette résistance est mise automatiquement en court-circuit pendant les arrêts ou ralentissements, quand la dynamo est hors circuit, par le conjoncteur-disjoncteur d, dont il sera parlé plus loin.

L'auteur établit, par le calcul du couple stabilisateur qui tend à ramener la carcasse inductrice à sa position normale pour la vitesse considérée, dans le cas où elle en est déplacée, que les trépidations des automobiles ou des trains n'ont pas d'influence fâcheuse sur la stabilité de la dynamo, dont l'autorégulation n'est pas gênée par les secousses de la marche comme on pourrait le craindre au premier abord. Nous sommes de cet avis, d'après l'expérience des dynamos Stone précitées qui sont articulées et dont l'autorégulation par glissement de la courroie n'est pas affectée par les trépidations de

1...

la marche; M. Iglésis fait remarquer qu'il est nécessaire que la rotation de l'inducteur rencontre un certain effort pour éviter, au moment de la fermeture du circuit extérieur, un lancé trop fort qui, faisant tourner l'inducteur de 90°, amènerait le désamorçage de la dynamo. Le fait s'est produit sur la première machine construite par l'auteur avec roulement à billes sur le tourillon de l'inducteur, et a disparu par l'adoption de coussinets à frottements lisses fonte sur fonte.

Sur les automobiles (*fig.* 3), la dynamo Iglésis,

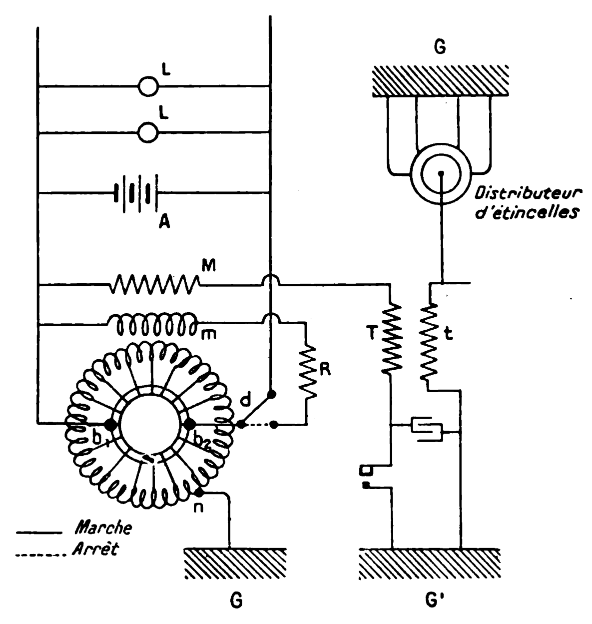


Fig. 3. — Schéma général des connexions pour l'éclairage et le double allumage d'un moteur à bougies.

jointe à une petite batterie d'accumulateurs A servant à l'éclairage pendant les arrêts et qui se recharge automatiquement en marche (comme il a été expliqué plus haut) peut servir non seulement pour l'éclairage L des lanternes et phares, et au besoin de quelques lampes de lecture, mais aussi pour l'allumage du moteur à pétrole. On peut tout d'abord produire l'allumage direct par les accumulateurs, mais, ce qui est plus curieux, on peut aussi produire l'allumage par une bobine d'induction T*t* alimentée par la dynamo, remplaçant la magnéto usuelle. Dans toute dynamo dite *à courant continu*, le courant engendré dans l'induit est primitivement alternatif, et ce n'est que grâce au collecteur à lames qu'il est redressé sous les balais; on obtient une force électromagnétique alternative entre un balai et un point quelconque du bobinage situé ailleurs que sur l'axe de commutation, et la valeur moyenne de cette force électromagnétique dépend de la position du point choisi. Pour alimenter de courant alternatif le primaire T de la bobine d'induction, dont l'un des bouts est à la terre G', il suffit donc de relier l'autre bout du primaire à un des balais b_1 de la dynamo (avec intercalation de l'inducteur shunt M de la dynamo comme résistance) et de mettre à la terre G un frotteur appuyant sur une bague lisse reliée à un point déterminé *n* de l'enroulement induit. Ce qu'il y a de très intéressant, c'est qu'en choisissant convenablement le point *n* de l'enroulement mis à la terre, on peut réaliser automatiquement le réglage de l'avance à l'allumage qu'on est obligé d'ordinaire de faire à la main [1].

Pour le service des automobiles (*fig.* 3), comme pour l'éclairage des trains, il est évidemment nécessaire d'avoir un appareil mettant automatiquement la dynamo en circuit lorsqu'elle atteint une certaine vitesse à laquelle elle est en état de donner son débit normal, et hors circuit lorsque la vitesse descend au-dessous de cette limite. Ce *conjoncteur-disjoncteur*, qui existe dans tout système d'éclairage électrique des trains, est le plus souvent électrique et constitué par un solénoïde; mais, dans certains systèmes tels que le Stone (dont il a été parlé plus haut), il est purement mécanique et constitué par un interrupteur actionné par la force centrifuge. (Dans le système Büttner de la Société Tudor, il est constitué par une soupape électrolytique.) M. Iglésis emploie, avec sa dynamo, un conjoncteur-disjoncteur mécanique utilisant le déplacement de la carcasse inductrice avec la vitesse.

Le conjoncteur-disjoncteur Iglésis a encore une fonction accessoire, nécessitée par le mode particulier d'autorégulation et qui n'existe pas dans les autres systèmes de dynamos autorégulatrices. Pour obtenir, dans la dynamo Iglésis, l'amorçage de la régulation électromagnétique du couple, il faut qu'au repos la dynamo ne soit pas sans charge, mais débite au contraire un courant sensiblement égal au courant normal utile pris en marche; à cet effet, on la fait débiter au repos sur une résistance morte, ou, ce qui revient au même, on met un balai en court-circuit (elle est établie pour ne pas griller dans ces conditions), puis, au moment de la conjonction, on la met en connexion directe avec le circuit des accumulateurs et des lampes. Pour remplir ces deux fonctions, le conjoncteur-disjoncteur comporte, au lieu de l'interrupteur habituel, un commutateur à deux directions *d* (*fig.* 3 et 4) à rupture brusque par rappel de ressort, commandé par un doigt fixe sur la carcasse. Au repos et aux vitesses inférieures à celle de conjonction, ce commutateur met la

(1) Dans un moteur à explosion d'automobile, on nomme *avance à l'allumage* le fait que l'explosion du mélange gazeux (par l'étincelle électrique de la bobine d'induction dans le cas d'emploi de celle-ci) doit se produire un peu avant la fin de la compression; et cette avance doit augmenter avec la vitesse, ce qui s'obtient, en raison de la grande self des circuits de la bobine, en augmentant la différence de potentiel moyenne appliquée au primaire de la bobine suivant une certaine loi qui peut être réalisée approximativement d'une manière automatique en choisissant le point convenable de mise à la terre de l'enroulement induit. En effet, si le courant continu, pris entre les deux balais b_1, b_2 sous le collecteur, est constant avec la vitesse, le courant alternatif pris entre le balai b_1 et un point intermédiaire *n* augmente un peu avec la vitesse, par la combinaison de l'écart angulaire fixe de ce point par rapport à la ligne du balai avec la déviation angulaire variable de la carcasse inductrice.

dynamo en circuit sur une résistance R. A la vitesse de conjonction, le soulèvement de la carcasse produit mécaniquement le soulèvement du commutateur *d* qui met la résistance R hors circuit et la dynamo (par son balai b_2) en circuit direct avec la batterie A et les lampes L. Pour vaincre la résistance supplémentaire due à la tension du ressort du commutateur et produire un soulèvement progressif, on a mis en série avec la résistance R quelques tours d'un enroulement-série *m* disposé sur l'inducteur de la dynamo.

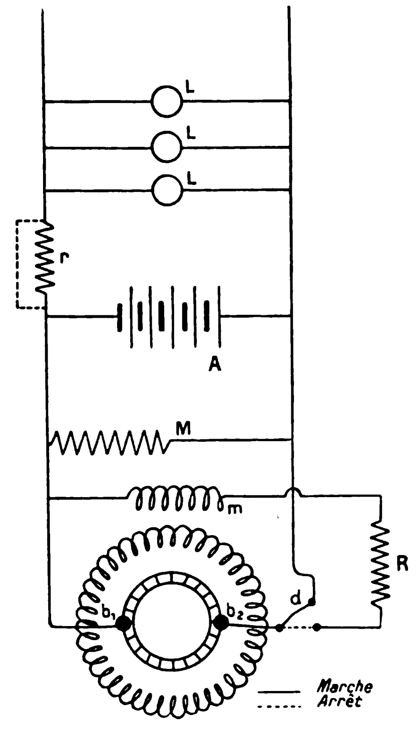


Fig. 4. — Schéma général des connexions de la dynamo Iglésis pour l'éclairage des trains.

En outre, on a vu plus haut qu'un commutateur, mettant en circuit ou en court-circuit une résistance d'absorption *r* (*fig.* 4) intercalée entre la batterie A et les lampes, est encore conjugué avec le conjoncteur-disjoncteur dans le cas où la dynamo sert à l'éclairage des trains, mais n'existe pas dans le service des automobiles.

L'autorégulation de la dynamo Iglésis, par déplacement de la carcasse inductrice, équivaut à un décalage des balais de même amplitude (qui atteint 60° pour une vitesse double de la vitesse de conjonction). Ainsi que l'a fait remarquer M. Ch. Jacquin à la séance de la Société des Électriciens, un décalage aussi étendu apporte une gène dans la commutation [1] qu'on peut vaincre évidemment, comme le dit l'auteur, par un sectionnement de l'induit ou autres dispositions spéciales, mais on augmente alors le dimensionnement et le prix de la dynamo. Pour cette raison, M. Jacquin a dit que l'ingénieux système de dynamo de M. Iglésis était susceptible de nombreuses applications sur les automobiles où la puissance totale à développer n'est pas considérable et en raison surtout de ses qualités spéciales pour l'allumage du moteur avec avance automatique; mais pour l'éclairage des voitures de chemins de fer et surtout des trains entiers par une seule dynamo, où la puissance à développer devient beaucoup plus forte, il a émis l'opinion que la dynamo Iglésis était moins pratique (à cause des sacrifices à consentir sur la capacité massique pour obtenir alors une bonne commutation), et que, par exemple, la dynamo Rosenberg [1] à deux trains de balais paraissait préférable, parce qu'elle jouit des mêmes propriétés et que sa puissance massique est aussi élevée que celle d'une dynamo ordinaire (parce que son autorégulation ne donne pas lieu aux mêmes troubles de commutation).

Pour terminer, signalons que la dynamo Iglésis fournit un courant de sens invariable, quel que soit le sens de rotation de l'essieu, d'après un mécanisme identique à celui qui se produit dans la dynamo Rosenberg.

COMMUTATRICES.

Quelques innovations dans la construction des commutatrices, par CHARLES-W. STONE. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 14 février 1908 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVII, février 1908, p. 193-201). — Pour donner une idée du développement rapide des commutatrices en Amérique, l'auteur indique l'accroissement de puissance de ces machines pendant les dix dernières années sur un des grands réseaux d'éclairage. En 1897, la puissance totale des commutatrices installées sur ce réseau n'atteignait pas 1000 kilowatts, et la plus forte était de 500 kilowatts. En 1907, les commutatrices installées sur ce même réseau dépassaient de beaucoup 100000 kilowatts, les plus grosses unités étant de 2000 kilowatts.

La plupart des grands réseaux employant des commutatrices fonctionnent à la fréquence de 25 périodes; mais pendant les quatre ou cinq dernières années beaucoup de réseaux à 60 périodes ont adopté les commutatrices, qui ont très bien fonctionné dans ces conditions. On peut dire que les commutatrices à 60 périodes, même employées pour la traction à 600 volts et dans les conditions de service les plus dures, ont un fonctionnement très régulier et très satisfaisant.

Dans la construction des commutatrices, la tendance générale a été d'adopter des vitesses de plus en plus élevées, dans le but de diminuer l'encombrement, le prix et le poids. On peut citer cet exemple : la commutatrice de 2000 kilowatts, 25 périodes, 250 volts, telle qu'on la construisait d'abord, marchait à 115 tours par minute

(1) Des ampères-tours de réaction d'induit magnétisant, comme ceux qui se développent dans la dynamo Iglésis avec le décalage, ne sont favorables à la commutation que lorsqu'ils ont une valeur faible; au delà d'une certaine valeur, ils troublent la commutation d'une force électromotrice parasite de sens inverse.

(1) Dont la description et la théorie complète ont été données dans *La Revue électrique*, t. IV, 30 juillet 1905, p. 37.

et avait 26 pôles. Ses dimensions d'encombrement étaient de $4^m,83 \times 5^m,19$, et son poids total était d'environ 84500^{kg}, tandis que la machine verticale, plus récente, est de forme circulaire, avec un diamètre de $4^m,63$ et un poids d'environ 59000^{kg}.

La commutatrice verticale est toute nouvelle; elle diffère surtout des autres par son arbre et ses paliers. L'arbre est fixe, ce n'est en somme qu'un piédestal solidement fixé aux fondations. Il n'y a qu'un palier, qui porte tout le poids de la partie tournante. Dans les premières machines construites, ce palier se composait simplement de deux plaques de fonte, dont l'une était fixée au sommet du piédestal et l'autre boulonnée à la carcasse de l'induit. Par un canal creusé dans l'axe du piédestal, une pompe introduit de l'huile sous pression entre les deux plaques de fonte; le portage se fait ainsi sur une mince nappe d'huile, ce qui supprime pratiquement les frottements. En outre, on utilise comme guide toute la longueur de l'intérieur de la carcasse induite; un manchon de fonte revêtu d'anti-friction est ajusté dans cette carcasse pour former la surface frottante. L'huile, après son passage dans le palier-support, retombe le long du piédestal, lubrifiant ainsi la surface de guidage.

Depuis quelques mois on a mis à l'essai un palier à rouleaux qui paraît devoir donner satisfaction.

Réglage de la tension. — L'auteur décrit sommairement les divers procédés employés pour régler la tension dans les commutatrices. Après avoir mentionné plusieurs systèmes déjà décrits dans un précédent article (voir *La Revue électrique* du 30 mai 1908), il indique les deux suivants :

On sait depuis quelque temps que le rapport de transformation qui existe entre la tension alternative et la tension continue d'une commutatrice peut être modifié en changeant la largeur des pièces polaires. Le système Woodbridge tire partie de cette propriété. Chaque pôle inducteur est sectionné en trois parties sur chacune desquelles sont bobinés deux enroulements; l'un de ces enroulements est le bobinage inducteur principal monté en dérivation, l'autre est l'enroulement de réglage; tous les enroulements principaux sont reliés en série et excités à la manière ordinaire; pour les enroulements de réglage, les connexions sont différentes : ceux des deux sections extérieures de tous les pôles sont reliés en série entre eux, et ceux des sections centrales sont aussi reliés en série. On fait croître la tension continue de la commutatrice en excitant toutes les sections extérieures des pôles de façon à renforcer le champ principal, et en fournissant aux sections centrales une excitation égale à celle des sections extérieures, mais de sens contraire au champ principal. En faisant l'inverse, on abaissera la tension continue. Il suffit d'insérer un rhéostat de champ dans les circuits inducteurs de réglage.

On se demande naturellement quel est l'effet de ce dispositif sur le facteur de puissance. Or on a constaté, sur un certain nombre de machines construites de cette manière et mises en fonctionnement, qu'on peut maintenir constant le facteur de puissance à toutes charges, tout en disposant des variations désirées pour la tension.

Une autre méthode encore plus simple a été proposée depuis; elle est due à M. J.-L. Burnham. Chaque pôle est sectionné en deux parties, et chaque partie porte un seul enroulement. La section la plus grosse porte l'enroulement inducteur principal, et le réglage s'obtient entièrement en faisant varier dans un sens ou dans l'autre l'excitation de la plus petite section.

On n'a rien dit encore sur le montage à employer pour les transformateurs qui alimentent les commutatrices. La pratique générale est d'employer le montage diamétral pour les machines à six phases ; ce montage est surtout utile pour les circuits d'éclairage, car il permet d'obtenir facilement un point neutre. Avec les commutatrices triphasées les transformateurs sont ordinairement montés en triangle. P. L.

ACCUMULATEURS.

Les réactions dans l'accumulateur alcalin fer-nickel. II : Étude de l'électrolyte, par F. FŒRSTER (*Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XIV, 22 mai 1908, p. 285). — Dans une précédente étude [1], l'auteur a démontré que la réaction principale à l'anode peut se traduire par l'équation

$$Ni^2O^3, 1,2H^2O + 1,8H^2O \rightleftharpoons 2Ni(OH)^2 + 2\overline{OH} + 2 \; + ,$$

la matière positive étant constituée par l'hydrate

$$Ni^2O^3, 1,2H^2O$$

à la fin de la charge et par l'hydrate $Ni(OH)^2$ à la fin de la décharge.

A la négative, l'auteur admet que, pendant la décharge, le fer s'oxyde en $Fe(OH)^2$ d'après l'équation

$$Fe + 2\overline{OH} \rightleftharpoons Fe(OH)^2 + 2 \ominus .$$

La réaction générale de l'accumulateur fer-nickel peut ainsi s'exprimer par l'équation

$$Fe + Ni^2O^3, 1,2H^2O + 1,8H^2O$$
$$\rightleftharpoons Fe(OH)^2 + 2Ni(OH)^2 + 2F \text{ (deux charges)}.$$

Cette équation montre que l'électrolyte doit se concentrer pendant la décharge et se diluer pendant la charge.

VARIATIONS DE CONCENTRATION DE L'ÉLECTROLYTE. — Pour déterminer la variation de concentration pendant le fonctionnement de l'accumulateur fer-nickel, F. Fœrster a pris un élément Edison E_{18} très longtemps surchargé. Avant la décharge, l'élément renfermait 1000^{cm^3} de lessive de potasse de concentration 3,77 fois normale et de poids spécifique 1,170. Après décharge de 153 ampères-heure, on retirait seulement de l'élément 932^{cm^3} de solution 4,31 fois normale, soit de poids spécifique 1,193.

Inversement, après 4 heures de charge à 40 ampères et 15 heures après la fin de cette charge, on constatait une augmentation du volume de liquide de 40^{cm^3} pendant que la concentration s'abaissait à la valeur 3,92 fois normale, soit au poids spécifique 1,177. Et cependant,

[1] *La Revue électrique*, t. VIII, 30 août 1907, p. 98.

pendant la charge, on constatait une perte en poids de 15g, due à la décomposition de l'eau.

Ces chiffres montrent qu'il n'est pas douteux que l'eau de l'électrolyte prend part aux réactions. Pour discuter les phénomènes, il faut se rappeler que pendant le fonctionnement de l'accumulateur les variations de concentration de l'électrolyte aux électrodes et à l'intérieur de celles-ci se font dans le sens suivant :

	Électrode-fer.	Électrode-nickel.
Décharge.....	Dilution	Concentration
Charge........	Concentration	Dilution

Pendant et après la charge, la concentration s'égalise rapidement par le dégagement gazeux. Après la décharge, cette égalisation n'est produite que par la diffusion. Mais, comme les variations de concentration aux deux électrodes ont lieu en sens inverse, on pourrait penser que l'augmentation de concentration constatée après la décharge repose sur l'égalisation imparfaite des différences de concentration aux deux électrodes, l'équilibre étant beaucoup plus lent entre l'électrode-fer et l'électrolyte qu'entre l'électrode-nickel et l'électrolyte. S'il en était ainsi, on devrait trouver que la densité de l'électrolyte déchargé s'abaisse après la décharge. Pour effectuer ces mesures, on prenait deux éléments Edison

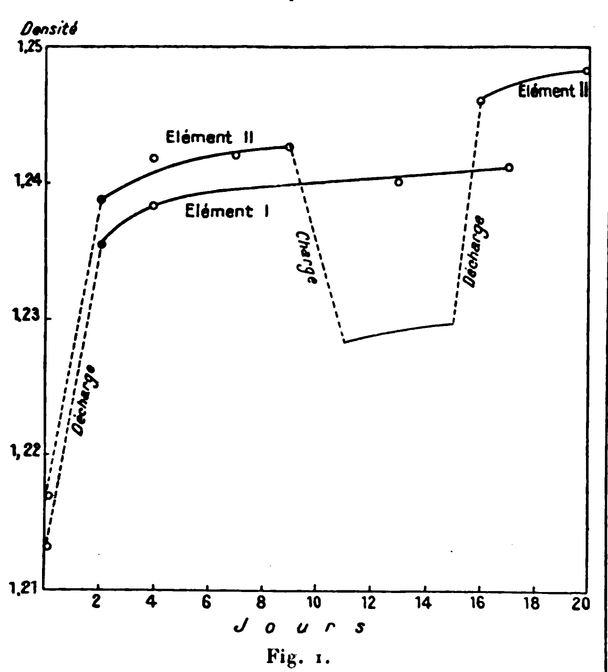


Fig. 1.

du type E_{18} renfermant chacun 1l de solution 4,6 fois normale de potasse. Les éléments étaient chargés à fond, puis abandonnés 48 heures à eux-mêmes. On prenait alors le poids spécifique et l'on déchargeait à 30 ampères jusqu'à la tension 0,7 volt aux bornes. La capacité obtenue était d'environ 120 ampères-heure. Les déterminations de poids spécifiques étaient commencées 48 heures après la fin de la décharge et poursuivies pendant 17 jours pour l'élément I. Pour l'élément II, 9 jours après la fin de la décharge, on effectuait la charge. A l'aide d'un aspirateur, on recueillait les gaz dégagés pour les mesurer et les analyser. Après la charge, on suivait pendant 6 jours la variation du poids spécifique, puis on déchargeait encore une fois l'élément.

Avant chaque détermination du poids spécifique, l'élément était fortement remué. Le poids spécifique était pris très exactement à la température de 25°C. Après chaque mesure, on remettait dans l'élément la quantité de liquide (10^{cm^3}) prise pour la détermination, et l'élément lui-même était pesé sur une balance sensible à 0g,01 ou 0g,02 pour un poids d'élément de 5kg,7. Entre deux mesures, on recueillait les gaz dégagés par l'élément pour les mesurer et les analyser. Ceux-ci consistaient en hydrogène quand l'élément était déchargé. Après la charge, ils renfermaient en outre une teneur en oxygène qui allait rapidement en décroissant.

Avant chaque mesure, les éléments étaient pesés et l'on constatait ainsi qu'ils perdaient environ 0g,2 en 48 heures. Les quantités d'hydrogène dégagé (1l,2 à 1l,5) ne représentent pas entièrement cette perte, la différence provenant de la vapeur d'eau entraînée.

Le Tableau suivant indique le résultat des déterminations :

CONDITIONS DE LA DÉTERMINATION.	POIDS SPÉCIFIQUE de l'électrolyte, à 25° C. Élément I.	Élément II.
Avant la décharge de 120 amp.-heure.	1,2133	1,2170
2 jours après la décharge..........	1,2354	1,2385
4 » » »	1,2382	1,2418
7 » » »	—	1,2422
9 » » »	1,2400	1,2428
13 » » »	1,2405	—
17 » » »	1,2411	—
9 jours après la décharge, l'élément II chargeait 210 ampères-heure,		
2 jours après la fin de la charge, on avait..........................		1,2282
4 jours après la fin de la charge, on avait..........................		1,2291
6 jours après la fin de la charge, on avait..........................		1,2298
Après ces 6 jours, l'élément déchargeait 97,5 ampères-heure.		
18 heures après décharge, on avait...		1,2460
4 jours » » » ...		1,2483

Les courbes de la figure 1 expriment ces mêmes résultats. Pendant la charge de 210 ampères-heure, l'élément II avait perdu en poids 34g,75 en donnant 24g,13 de gaz tonnant et 10g,42 d'oxygène. Pendant la décharge de 97,5 ampères-heure, cet élément ne dégageait aucun gaz et la perte en poids était seulement de 0g,22.

Les courbes de la figure 1, relatives à la variation de poids spécifique en fonction du nombre de jours pour les deux éléments I et II, montrent que la forte augmentation de concentration due à la décharge persiste après celle-ci. Les variations de concentration consta-

1....

tées ne proviennent donc pas de différences dans les vitesses de diffusion, mais des réactions qui ont lieu dans les matières actives.

On constate que la concentration continue à croître légèrement à circuit ouvert aussi bien après la décharge qu'après la charge. Ceci s'explique par l'action locale à la négative, le fer décomposant l'eau d'après l'équation

$$Fe + 2H^2O = Fe(OH)^2 + H^2.$$

Pendant la charge, la concentration diminue, mais elle ne revient pas à la valeur initiale qu'elle avait avant décharge. C'est qu'en effet, pendant le repos, le fer s'est fortement oxydé par décomposition de l'eau avec formation d'hydrogène et par oxydation par l'oxygène de l'air.

Cet oxyde est réduit à la charge pendant qu'un dégagement d'oxygène se produit à l'anode. En outre, dans la dernière partie de la charge, il y a production de gaz tonnant par décomposition de l'eau. Entre la décharge et la fin de la charge, il y a donc une perte d'eau non négligeable, ce qui explique l'augmentation de concentration.

Pendant la seconde décharge de l'élément II, le poids spécifique ne s'élève que de 0,0185, tandis qu'il avait monté de 0,0248 à la première décharge. Ce fait s'explique par les différences de capacité obtenue, la première décharge ayant donné 120 ampères-heure et la seconde seulement 97,5 ampères-heure.

Pour rechercher la dépendance de la quantité d'eau engagée dans les réactions à la capacité, il fallait d'abord connaître exactement le volume du liquide. Or, il ne suffit pas pour cela de vider l'élément, puisqu'une quantité très importante reste dans les pores de la matière active. Pour mesurer le volume des pores de l'élément II qui servait à ces recherches, on vidait d'abord entièrement le liquide de l'élément déchargé après un long temps de repos. Ce liquide était mesuré et titré. On introduisait ensuite un volume d'eau connu et, après une longue agitation, on dosait l'alcalinite jusqu'à obtention d'une valeur constante. On en déduisait aisément le volume des pores en négligeant les petites variations de volume dues au passage de la potasse des plaques dans l'eau. En opérant ainsi, on trouvait pour l'élément II (renfermant 6 négatives et 12 positives à 24 poches chacune) un volume de pores de 517^{cm^3}. On suppose également ici que le volume des pores est le même lorsque l'élément est chargé, ce qui n'est pas tout à fait exact.

Pour commencer la série d'essais sur l'élément II, on le chargeait à fond. Après 5 jours de repos, le poids spécifique de l'électrolyte était 1,2297 à 25°C., et 10^{cm^3} de solution renfermaient $3^g,033$ KOH et $0^g,044$ K^2CO^3, soit en tout $3^g,069$ KOH.

De l'élément on retirait 945^{cm^3} de liquide. En y ajoutant les 517^{cm^3} des pores, cela fait 1462^{cm^3} renfermant, d'après l'analyse ci-dessus, $448^g,7$ KOH et 1349^g H^2O.

On déchargeait ensuite à 30 ampères et l'on obtenait 105 ampères-heure. Après 5 jours de repos, on trouvait comme poids spécifique 1,2516 à 25°C. et 10^{cm^3} renfermaient $3^g,348$ KOH. Il en résulte que les $448^g,7$ KOH sont maintenant dissous dans 1228^g d'eau, c'est-à-dire que, pendant la décharge de 105 ampères-heure, soit 3,91 F (F = 26,8 ampères-heure), 121^g d'eau sont entrés en combinaison avec la matière active. En rapportant à la charge F, cette quantité d'eau devient $30^g,9$, soit $1^{mol},7$ d'eau.

L'élément, recevant ensuite une charge de 210 ampères-heure, dégageait pendant cette charge $2^g,925$ d'hydrogène et $31^g,063$ d'oxygène, soit $26^g,16$ de gaz tonnant, plus un excès de $7^g,82$ d'oxygène. Comme $31^g,063$ d'oxygène correspondent à 104 ampères-heure, sur les 210 ampères-heure chargés, il n'y en a donc que 106 (soit 3,96 F) utilisés pour la charge des anodes. Deux jours après la charge, le poids spécifique à 25°C. de l'électrolyte était devenu 1,2373, et 10^{cm^3} de cet électrolyte renfermaient $3^g,165$ KOH.

On en déduit qu'à ce moment les $448^g,7$ de potasse sont dissous dans 1305^g d'eau. Pendant la charge, l'électrolyte s'est donc enrichi de 77^g d'eau. Mais comme, en même temps, il a disparu $26^g,16$ de gaz tonnant, la quantité totale d'eau libérée par la matière active pendant la charge est en réalité de $77 + 26 = 103^g$.

Il faut tenir compte, en outre, de l'excès de $7^g,82$ d'oxygène trouvé plus haut et qui donne la mesure de l'action locale à la négative produite par la décomposition de l'eau par le fer divisé, ainsi qu'il a été indiqué dans une précédente équation. Ces $7^g,82$ d'oxygène correspondent à un départ de $17^g,5$ d'eau qu'il y a lieu de retrancher des 103^g. En résumé, c'est donc une quantité d'eau de $85^g,5$ qui a été libérée de la matière active par l'équation de charge. Comme cette quantité correspond à 3,96 F, il en résulte $21^g,6$ d'eau produits pour une charge F, soit $1^{mol},2$ H^2O.

Ces valeurs ne sont qu'approchées, à cause, d'une part, des hypothèses faites et, d'autre part, de la correction due à l'attaque du fer à circuit ouvert, ce qui donne une valeur un peu trop forte pour l'eau ($1^{mol},7$) engagée à la décharge et une valeur un peu trop faible pour celle ($1^{mol},2$) libérée à la charge.

La valeur réelle doit être voisine de la moyenne des deux chiffres, soit $1^{mol},45$ d'eau pour une quantité d'électricité F.

Cette valeur est entre celle ($2H^2O$ pour 1 F) trouvée par Zedner (¹) et celle ($0,9H^2O$) obtenue par l'auteur (²) à l'analyse.

Ce qui est certain, c'est que les variations de concentration de l'électrolyte de l'accumulateur fer-nickel sont dues aux différents états d'hydratation de l'oxydule de nickel et du sesquioxyde de nickel. L'électrolyte de l'accumulateur fer-nickel n'est donc pas invariable. Il prend part aux réactions tout comme l'électrolyte de l'accumulateur au plomb, qui, pour une quantité d'électricité F, s'affaiblit de 1 H^2SO^4 et s'enrichit de 1 H^2O en décharge, ou l'inverse en charge.

Si les variations de concentration de l'électrolyte de l'élément fer-nickel sont importantes au point de vue théorique, elles sont négligeables en pratique à cause de leur faible valeur. C'est pour cette raison qu'on peut réduire ici la quantité d'électrolyte. Dans les éléments

(¹) *La Revue électrique*, t. VI, 15 septembre 1906, p. 129.
(²) *La Revue électrique*, t. VIII, 30 août 1907, p. 98.



essayés, le volume de liquide était de 1¹,4 à 1¹,5, tandis qu'un élément au plomb de même capacité moyenne (110 ampères-heure) renferme au moins 2¹,7 d'acide sulfurique dilué.

Influence de la concentration de l'électrolyte sur la force électromotrice. — Dans une deuxième partie de son travail, l'auteur étudie l'influence de la concentration de l'électrolyte sur la force électromotrice de l'accumulateur alcalin fer-nickel.

Comme on le sait, cette influence est très grande dans l'accumulateur au plomb. Comme, pendant la décharge, la concentration diminue, on trouve que la force électromotrice baisse avec la concentration. Dans l'élément fer-nickel, au contraire, l'électrolyte devient plus concentré pendant la décharge. On doit donc trouver que la force électromotrice diminue lorsque la concentration croît. Pendant la décharge, en effet, l'action chimique dans l'élément doit produire non seulement le travail électrique, mais encore le travail osmotique pour la concentration de la potasse, et ce travail est d'autant plus élevé que la pression osmotique est déjà plus grande.

Comme certains auteurs ont indiqué que la force électromotrice est indépendante de la concentration de la potasse, et comme Roloff, notamment, soutient que les différences de force électromotrice observées proviennent d'une égalisation de concentration imparfaite entre la solution extérieure et celle qui imprègne les pores de la matière active, l'auteur a entrepris de nouvelles déterminations à ce sujet.

Les petits éléments d'essai qui servaient à cet effet étaient fermés complètement à l'aide d'un bouchon de caoutchouc portant deux cuvettes d'électrodes positives d'un élément Edison, disposées parallèlement. Entre ces deux petites électrodes, on fixait une électrode-fer à la poudre de fer pur de Kahlbaum. Les mesures n'étaient effectuées que lorsque les électrodes positives avaient atteint leur constance de potentiel.

L'électrolyte employé était une solution de potasse pure, exempte de chlorure et de sulfate.

Les éléments d'essai étaient placés dans un thermostat à la température de 25°C. Par comparaison avec un élément normal au cadmium, on suivait leur force électromotrice jusqu'à ce que celle-ci ne varie plus que d'un millivolt au plus en 1 jour. A ce moment, on déterminait la concentration de l'électrolyte par un titrage.

Une telle constance n'était pas toujours obtenue. Pour les faibles concentrations, en effet, la force électromotrice continuait à baisser pendant très longtemps, très probablement du fait de l'électrode-fer. C'est pour cette raison qu'on a éliminé ici les électrolytes de concentration inférieure à la potasse normale. Les résultats obtenus ont été consignés dans le Tableau ci-après :

DATE DE L'ESSAI.	CONCENTRATION de la potasse.	FORCE électromotrice en volt, à 25°C.
Première série d'essais.		
13 décembre 1906 .	2,82 fois normale	1,3377
14 » » ..	2,82 » »	1,3377
17 » » ..	5,3 » »	1,3350
18 » » ..	5,3 » »	1,3348
Deuxième série d'essais.		
19 octobre 1906....	2,76 fois normale	1,3440
20 » »	2,76 » »	1,3440
25 » »	1,0 » »	1,3510
26 » »	1,0 » »	1,3486
29 » »	4,7 » »	1,3414
30 » »	4,7 » »	1,3421
Troisième série d'essais.		
19 février 1907.. ..	1,10 fois normale	1,3414
20 » »	1,10 » »	1,3404
25 » »	2,75 » »	1,3323
26 » »	2,75 » »	1,3318
1er mars »	1,15 » »	1,3367
2 » »	1,15 » »	1,3370
5 » »	1,15 » »	1,3366

Ces résultats montrent bien que la force électromotrice dépend de la concentration et qu'elle diminue lorsque cette concentration augmente.

Cette variation peut être calculée théoriquement en appliquant le raisonnement utilisé par Dolezalek à propos de l'élément au plomb. Mettons en opposition deux éléments fer-nickel partiellement déchargés et dont l'un (I) renferme une solution étendue et l'autre (II) une solution plus concentrée de potasse. Dans ces conditions, le premier élément déchargera et le second chargera. Si les actions anodiques et cathodiques sont complètement réversibles, pour une quantité d'électricité F, m molécules H^2O disparaîtront de la solution I et apparaîtront dans la solution II. Tout se passera comme s'il y avait distillation isotherme de la solution I vers la solution II. Le travail nécessité par cette distillation est, en appelant p_1 et p_2 les tensions de vapeur des deux solutions,

$$A = m\,\mathrm{RT}\log_{\text{nép.}}\frac{p_1}{p_2}.$$

D'autre part, si la différence de force électromotrice des deux éléments est ε, le travail électrique disparu sera égal à εF watt-seconde. On peut donc écrire

$$\varepsilon \mathrm{F} = m\,\mathrm{RT}\log_{\text{nép.}}\frac{p_1}{p_2}.$$

D'où l'on tire

$$\varepsilon = m\frac{\mathrm{R}}{96540}\mathrm{T}\log_{\text{nép.}}\frac{p_1}{p_2}$$

ou encore

$$\varepsilon = m.0{,}0002\,\mathrm{T}\log\frac{p_1}{p_2},$$

ε étant obtenu ainsi en volt.

En donnant à m les valeurs 0,9 ou 2,0 précédemment indiquées, on peut calculer ε pour $\mathrm{T} = 273 + 25$, si l'on connaît p_1 et p_2 à la température 25° C. Ces der-

nières valeurs sont données par les mesures de Wüllner ([1]). On trouve ainsi les valeurs suivantes :

	I = 2,8n.KOH II = 5,3n.KOH	I = 2,75n.KOH II = 4,7 n.KOH	I = 1,0n.KOH II = 2,7n.KOH
$m = 0,9$ $m = 2,0$	ε = 0,0030 volt ε = 0,0066 volt	ε = 0,0023 volt ε = 0,0051 volt	ε = 0,0017 volt ε = 0,0038 volt
valeurs observées	ε = 0,0028 volt	ε = 0,0023 volt	ε = 0,009 (?) ou 0,0048 volt

Les valeurs calculées avec $m = 0,9$ sont très voisines de celles observées pour les concentrations de potasse un peu fortes. Pour les faibles concentrations, les valeurs observées sont supérieures à celles calculées, même avec $m = 2,0$. Peut-être la valeur de m n'est-elle pas indépendante de la dilution de l'électrolyte.

Il serait intéressant de reprendre ces mesures à la température de 0° C. pour pouvoir utiliser les nouvelles déterminations de Dieterici sur les tensions de vapeur des solutions de potasse.

Les expériences entreprises ici prouvent bien que la force électromotrice de l'accumulateur alcalin fer-nickel varie, comme il était prévu, en sens et en grandeur, avec la concentration de l'électrolyte.

Conclusions générales. — I. Pendant la décharge de l'accumulateur alcalin fer-nickel, la potasse se concentre par suite de l'hydratation de la matière active. A la charge, cette eau retourne à l'électrolyte qui se dilue. Cet accumulateur n'est donc pas d'une façon absolue à électrolyte invariable.

II. Les quantités d'eau engagées dans les réactions de décharge atteignent 1^{mol} à 2^{mol} H^2O pour une quantité d'électricité F (26,8 ampères-heure).

III. C'est à l'électrode positive qu'ont lieu principalement les réactions dans lesquelles l'eau est engagée; c'est donc à l'anode qu'on doit les variations de concentration.

IV. La force électromotrice de l'accumulateur fer-nickel diminue lorsque la concentration de la potasse croît. Les valeurs observées s'accordent avec celles calculées en partant des tensions de vapeur des solutions de potasse. L. J.

Électrolyte pour accumulateur Th.-A. Edison (Brevet américain 876445 du 10 mai 1907). (*Centralblatt f. Accumulatoren*, t. IX, 5 février 1908, p. 21). — La capacité de l'électrode-nickel est moindre que celle de l'électrode-fer et ne peut pas être maintenue aussi longtemps. En outre, l'hydroxyde de nickel servant de matière active est très influencé par la petite quantité de fer qui peut se dissoudre de l'autre électrode dans l'électrolyte et par les petites impuretés de la potasse du commerce. Par le procédé breveté ici, on peut élever la capacité (de 10 pour 100 environ) et la maintenir longtemps en ajoutant à l'électrolyte alcalin un peu de lithine (environ 2 pour 100).

L'électrolyte le plus convenable renferme 15 pour 100 de soude ou 21 pour 100 de potasse. T. P.

Produit pour le remplissage des accumulateurs. F.-F. BOURDIL (Brevet français 383707 du 26 mars 1907). — Lorsqu'on emploie, pour immobiliser le liquide des accumulateurs, des matières pulvérulentes seules (sable, terre d'infusoires, etc.), il se produit un tassement au bout d'un certain temps de service, la matière employée faisant défaut à la partie supérieure et s'agglomérant à la partie inférieure. Pour remédier à cet inconvénient, on fait usage ici d'une sorte de béton composé du mélange d'une substance pulvérulente ou en grains, très poreuse, insoluble dans l'électrolyte (Kieselguhr ou terre d'infusoires, par exemple), et d'une matière formant gelée, également insoluble, telle que la silice gélatineuse.

Comme proportions, on prend, par exemple, 20^g de terre d'infusoires qu'on imbibe d'acide sulfurique. On y ajoute 16^{cm^3} d'une solution de silicate de potasse à 20° B., 24^{cm^3} d'eau et 40^{cm^3} d'acide sulfurique à 34° B. La masse pâteuse est introduite dans l'accumulateur et la prise en gelée s'opère dans celui-ci.

Matière agglutinante pour consolider la matière active des accumulateurs électriques. Quintin MARINO et E.-W. BARTON-WRIGHT (Brevet français 384295 du 23 novembre 1907). — Pour constituer la matière agglutinante, on prend ici une partie d'huile de ricin à laquelle on ajoute 5 à 6 pour 100 de son poids de litharge finement pulvérisée et de 3 à 4 pour 100 de peroxyde de manganèse. On fait bouillir le mélange, on le laisse clarifier, on sépare l'huile de la poudre qui en résulte par décantation. Cette huile est dissoute dans du benzol ou de l'alcool et sert ainsi au malaxage de la litharge, dans la proportion de 10 pour 100 de solution pour 90 pour 100 de litharge. On ajoute finalement de l'acide sulfurique dilué (1 partie d'acide pour 6 parties d'eau). La pâte obtenue, comprimée dans les alvéoles, serait ainsi très adhérente.

([1]) *Poggend. Ann.*, t. CX, 1860, p. 564.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX.

Emplois du courant de jour : service des immeubles, emplois domestiques (Rapport fait à la Commission technique du Syndicat professionnel des Usines d'électricité). — Dans toute entreprise de distribution d'énergie électrique, le prix de revient du kilowatt-heure s'abaisse rapidement quand augmente la durée d'utilisation du matériel. La plus grande partie des demandes de courant ayant lieu, au moins jusqu'à présent et sauf pour quelques stations exceptionnellement placées, en vue de l'éclairage, il en résulte que tous les efforts des exploitants doivent tendre au développement de l'emploi de la force motrice en l'encourageant par une tarification spéciale, tenant compte, autant qu'il est possible, de la durée et du moment d'utilisation du moteur.

Mais, à côté de la force motrice industrielle, il existe une certaine quantité d'applications autres que la lumière, employées à côté d'elle, dans les mêmes installations et qui, étant utilisées, d'une part surtout pendant la journée, d'autre part à des heures très variables, ont une influence très heureuse sur la courbe de débit de l'usine.

Il importe d'en encourager l'emploi, non seulement par des tarifs spéciaux, mais surtout en en faisant connaître l'usage, les avantages et le prix.

C'est ce que nous essayerons de faire dans une série d'études pour un certain nombre de ces applications, et nous commencerons par l'examen des emplois divers de l'électricité dans la maison, soit pour les services communs, soit pour les usages domestiques.

Ascenseurs et monte-charge. — L'ascenseur électrique, dont l'origine n'est pas encore très lointaine, a cependant fait ses preuves d'une façon suffisante pour qu'on puisse affirmer qu'il est le véritable système de l'avenir; pratique et commode, il est en même temps peu coûteux, aussi bien comme frais d'installation que comme fonctionnement.

C'est de 1895 que date l'emploi de ces appareils; de nombreux essais avaient été faits avant, sans que les résultats en fussent entièrement satisfaisants; en Amérique il en fonctionnait déjà, mais qui nous auraient paru trop rudimentaires et trop peu sûrs; de plus, leur manœuvre exigeant la présence d'un employé spécial, ils pouvaient être utilisés dans les *gratte-ciel* de New-York ou de Chicago, mais ne répondaient pas aux besoins de nos maisons françaises.

Une circonstance spéciale rendant encore plus avantageux l'emploi de l'énergie vint, à cette époque, stimuler les efforts des constructeurs. La Ville de Paris, toujours à court d'eau de source, édicta un règlement d'après lequel celle-ci devait être payée à part, au prix de $0^{fr},60$ le mètre cube, lorsqu'elle était destinée à faire mouvoir les engins mécaniques; comme elle ne mettait pas en même temps l'eau de rivière à la disposition des propriétaires, ceux-ci se trouvèrent réduits à payer un prix prohibitif l'usage de l'ascenseur, à moins de trouver le moyen de se passer de l'eau de la ville, ce qu'ils firent.

Non seulement les nouveaux ascenseurs installés furent commandés électriquement, mais on transforma les anciens appareils hydrauliques par divers procédés, de manière à pouvoir employer toujours la même eau, ramenée après chaque montée à la pression nécessaire pour être prête à fournir de nouveau le même travail, de sorte qu'on peut diviser les ascenseurs électriques en deux catégories :

1° Ascenseurs à commande électrique par treuil avec ou sans équilibrage ;

2° Ascenseurs avec puits et pompe mue par moteur électrique.

Nous nous bornerons à indiquer très brièvement les différences qui distinguent les deux classes d'appareils sans en décrire les détails de construction, ce qui nous entraînerait trop loin et ne répondrait pas au but que nous poursuivons dans cette étude.

Les ascenseurs de la première catégorie, qui sont d'ailleurs les plus intéressants, sont tous commandés par treuil, au moyen de vis sans fin, les dispositifs de commande et de sécurité variant avec les constructeurs. Nous pouvons constater que ces appareils sont maintenant tout à fait au point et répondent à toutes les exigences de nos maisons modernes.

Ceux de la deuxième classe ont été surtout établis lors de la transformation des ascenseurs hydrauliques en ascenseurs électriques; on en a même construit un grand nombre de nouveaux à une époque où les appareils du premier type n'étaient pas encore au point; ils offraient alors plus de sécurité dans la manœuvre, et parfois, grâce aux dispositions ingénieuses de certains constructeurs, une économie dans la dépense d'énergie électrique.

Dans ce genre d'appareils, l'énergie électrique sert à actionner une pompe destinée à refouler l'eau soit dans des réservoirs à air comprimé, soit sous un accumulateur ou compensateur hydraulique.

Il est intéressant de comparer entre eux les différents genres d'ascenseurs au point de vue des dépenses de premier établissement et de consommation.

Le prix d'installation variant avec chaque cas particulier, il est impossible d'en donner, pour chaque sys-

tème, une évaluation même approchée. On peut cependant indiquer le rapport de ces frais d'établissement entre eux, toutes choses égales d'ailleurs. En prenant comme unité l'ascenseur électrique à commande directe, on a les coefficients suivants :

Ascenseur électrique à commande directe.	1
» hydroélectrique..............	1,5
» aérohydraulique.............	1,15
» hydraulique.................	0,9

Il est plus difficile de donner des chiffres absolument exacts pour la dépense des appareils de différents systèmes, cette dépense pouvant varier suivant le mode de construction, surtout pour les ascenseurs hydro-électriques. MM. Dumont et Baignières ont donné pour les ascenseurs électriques les indications suivantes, basées sur un prix de $0^{fr},60$ le kilowatt-heure. Ces prix sont à diminuer de moitié maintenant pour les appareils installés à Paris.

Ascenseur :	Pour une course aller et retour. $0^{fr},60$ le kw.-h.	$0^{fr},30$ le kw.-h.
	fr	fr
A commande directe.......	0,042	0,021
A pompe hydro-électrique.	0,065	0,033
A compensateur..........	0,035	0,018

Ces prix s'entendent pour une maison de rapport à 6 étages, une course de 20^{m}, l'ascenseur étant chargé de 3 personnes. La maison Roux et Combaluzier a bien voulu nous communiquer les chiffres suivants par ascension moyenne, c'est-à-dire 10^{m} seulement pour les mêmes conditions de charge :

Ascenseur électrique à commande directe : $0^{fr},011$ (à $0^{fr},30$ le kilowatt-heure).

Ascenseur hydro-électrique à commande directe : $0^{fr},015$ (à $0^{fr},30$ le kilowatt-heure).

On voit que ces prix diffèrent peu de la moitié des précédents et en confirment l'exactitude.

Quant aux ascenseurs hydrauliques, nous avons vu que, pour Paris du moins, le prix du mètre cube d'eau en prohibait absolument l'usage; il est néanmoins intéressant d'établir une comparaison. La dépense d'eau étant d'environ 275^{l} par course, on voit que, pour arriver à une dépense égale à celle des ascenseurs électriques, il faudrait que l'eau fût vendue de $0^{fr},08$ à $0^{fr},16$ le mètre cube pour un prix du kilowatt-heure variant de $0^{fr},30$ à $0^{fr},60$.

Si l'énergie électrique doit être employée avec avantage pour le fonctionnement des ascenseurs, il est évident qu'il en sera de même pour celui des monte-charges qui ne sont, en somme, que des ascenseurs pour fardeaux, plus rustiques, moins coûteux d'établissement et moins compliqués de manœuvre; ils se réduisent à un plateau mis en mouvement par un treuil commandé par un moteur électrique; on les trouvera dans les magasins et ateliers; un certain nombre de commerçants ayant à élever des charges lourdes les emploient déjà depuis longtemps, tels, par exemple, les carrossiers ou loueurs de voiture, les garages pour les automobiles, les grainetiers pour enlever les sacs; tous sont d'excellents clients pour la station, car leurs manutentions ont lieu le plus souvent dans la journée.

Dans les maisons de rapport importantes, où l'ascenseur est à commande électrique, on trouve souvent à côté le monte-charge, commandé de la même façon, qui permet d'élever à chaque étage les bagages, le bois, le charbon, et d'une manière générale tous les lourds fardeaux qu'il est pénible et coûteux de monter à dos d'homme; il en est de même des monte-plats dans les grands hôtels et restaurants, et nous pouvons espérer voir bientôt arriver chez nous de la même façon les lettres et les paquets grâce à des distributeurs ingénieux que le concierge manœuvrera de sa loge.

Mais, si l'énergie électrique sert aux habitants de la maison pour s'élever ou pour monter les fardeaux, elle a souvent servi, elle servira de plus en plus à construire la maison elle-même.

Les entrepreneurs ont, en effet, pris l'habitude de faire établir, dès le commencement de leurs travaux, le branchement qui desservira plus tard l'immeuble, ce qui leur permet de commander, par moteur électrique, les treuils placés au pied des sapines et servant à élever des matériaux.

La dépense d'énergie étant exactement proportionnelle au travail effectué, et cessant dès que ce travail cesse lui-même sans qu'il y ait de perte dans les organes de transmission, il est évident que l'économie autant que la commodité pousse les entrepreneurs à employer ce moyen à leur grand avantage et à celui de la station, car ce sont, par la force même des choses et sans qu'on soit obligé de les y contraindre par des artifices de tarification, de véritables clients de jour, le travail cessant sur les chantiers au coucher du soleil.

Les moteurs employés sont, en général, des moteurs de 3 chevaux par sapine. Nous croyons intéressant de donner la quantité d'énergie consommée dans un certain nombre de chantiers de construction de maisons de rapport à Paris, ainsi que le coût de cette énergie, le prix de l'hectowatt-heure étant supposé de $0^{fr},03$.

Durée de la construction.	Nombre de sapines.	Hectowatts-heure consommés.	Prix.
			fr
3 mois	1	2154	64,52
2 »	1	2196	65,88
8 »	1	2720	81,60
4 »	1	2838	85,14
4 »	1	3367	101,01
4 »	1	3686	110,58
7 »	1	4753	132,59
5 »	1	5298	158,94
7 »	2	6430	192,90
7 »	3	13425	402,75
7 »	3	16690	500,70
7 »	3	34281	1028,43

Comme il s'agit de maisons de rapport importantes, on voit que la dépense est absolument négligeable pour l'entrepreneur et que cet usage a toutes chances de se généraliser promptement.

Emploi des moteurs. Nettoyage par le vide. Machines a coudre. Ventilation. — Bien que nous nous réservions d'examiner dans une autre partie de cette étude les diverses applications des moteurs et, en particulier, celles qui ont trait aux manipulations commer-

ciales, au travail en chambre et à la petite industrie, nous devons parler dès maintenant de l'emploi de la force motrice pour les applications domestiques.

Une application intéressante et qui tend à se répandre beaucoup depuis quelque temps est celle du nettoyage par le vide. On en connaît le principe: un moteur actionne un jeu de pompes produisant l'aspiration de l'air; celui-ci, qui a passé par un tube flexible terminé du côté de l'aspiration par un outil de forme appropriée que l'on promène sur les objets à nettoyer, arrive dans un collecteur de poussière, après avoir au besoin traversé un réservoir contenant un liquide antiseptique, et est sucé par la pompe qu'un filtre sépare du collecteur où les poussières se sont déposées. Tout le monde a vu les appareils mobiles, mus par un moteur à essence de pétrole, qui sont amenés dans la rue devant la maison dont on veut nettoyer un appartement. Il était naturel de songer à employer pour cet usage un moteur électrique; mais la difficulté de se brancher sur la canalisation et de trouver un procédé commercial permettant de comparer et facturer l'énergie employée ont amené à réserver l'énergie électrique pour d'autres cas.

On a construit deux sortes d'appareils: des appareils fixes, de la même importance que ceux qui sont mus par des moteurs d'essence, mais qui restent à demeure dans les immeubles où ils sont employés, et de petits appareils portatifs pour appartements que l'on peut relier dans chaque pièce à une prise de courant de l'installation. Les appareils fixes sont employés dans les théâtres, grands magasins, cercles, hôtels de voyageurs et hôtels particuliers, etc.; nous devons indiquer à titre documentaire que les Compagnies de chemin de fer les emploient pour le nettoyage de leurs wagons; enfin, un certain nombre de propriétaires de maisons de rapport commencent à faire installer à la partie inférieure de leur immeuble un de ces appareils. Une canalisation spéciale avec une bouche à chaque étage, sur laquelle on peut visser des tuyaux flexibles, permet d'atteindre tous les points de l'appartement que l'on désire nettoyer. Les moteurs employés sont de 8 chevaux pour les salles de théâtre et de 5 chevaux pour les hôtels particuliers et maisons de rapport. Un autre constructeur établit de petits appareils portatifs pour appartements qui sont déjà assez répandus, puisqu'il dit en avoir en service plus de 1500 en France et 7 à 800 à l'étranger. Ces appareils sont basés sur le même principe que les précédents : un jeu de trois soufflets aspirants, mus par le moteur au moyen de bielles, remplace les pompes; la force du moteur est de $\frac{1}{4}$ de cheval, la consommation de 3 hectowatts environ; on voit que le nettoyage à fond d'une pièce de grandeur moyenne qui dure à peu près 1 heure ne nécessite qu'une dépense d'énergie de $0^{fr},09$. Ces appareils se répandraient plus rapidement encore si le prix d'achat n'en était relativement élevé; le constructeur espère pouvoir arriver à le diminuer.

Une des applications domestiques les plus intéressantes et qui peut être appelée à un très grand avenir est la machine à coudre; un tout petit moteur de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{20}$ de cheval est placé sous la table de la machine qu'il actionne, la mise en marche se fait par une pédale; en travail normal, pour de la lingerie ordinaire, la consommation, très variable suivant le travail effectué, peut être estimé à moins de 1 hectowatt à l'heure.

Nous avons enfin comme application universellement répandue le ventilateur d'appartement servant à agiter et à rafraîchir l'air, doublement intéressant pour la station, puisqu'il emploie non seulement du courant de jour, mais encore du courant d'été.

Ces ventilateurs, qui peuvent se placer soit contre un mur, soit au plafond, soit sur une table où une cheminée, qui peuvent être oscillants ou tournants, de manière à agir dans toutes les directions, ne consomment guère, à grande vitesse, que 40 ou 50 watts. On fait également des ventilateurs de fenêtres à peu près de même dimension, qui, placés à la partie supérieure d'une croisée, aspirent ou refoulent l'air dans la pièce à ventiler.

Sans parler encore d'autres applications purement domestiques des moteurs, comme celle de la manœuvre des pianos mécaniques par exemple, nous signalons que l'on peut trouver dans une installation d'appartement beaucoup d'autres emplois dont nous reparlerons au sujet des usages industriels, tels que petits tours, machines à percer, à découper, à polir pour les ouvriers amateurs, hache-viande pour la cuisine, etc.; et nous avons le ferme espoir que, la facilité d'avoir partout de l'énergie à bon marché stimulant l'ingéniosité des constructeurs, nous verrons de plus en plus se répandre une foule de petits appareils, de consommation très faible peut-être, mais dont le grand nombre et la diversité des moments d'emploi aura une grande influence sur la régularité et l'importance du débit de jour de l'usine.

Stérilisation de l'eau. Production de l'ozone. — Les grands dangers que présente l'absorption de l'eau contaminée ont, depuis longtemps déjà, fait travailler l'imagination des inventeurs qui ont créé toute une série de filtres et d'appareils de stérilisation; il était inévitable que, dans cette série, l'emploi de l'énergie électrique eût sa place; d'autant plus qu'elle permet la production du stérilisant le plus énergique et le plus naturel, l'ozone. Un petit tranformateur élève à 5000 volts environ la tension de la station, ce qui permet la charge d'une batterie de condensateurs servant à produire des effluves qui donnent naissance à l'ozone. Ce transformateur est relié directement à la distribution si l'on a du courant alternatif, ou par l'intermédiaire d'une petite commutatrice dans le cas du courant continu. Le transformateur et l'ozone sont complètement enfermés dans une boîte fermée par un couvercle métallique; un tube d'étain conduit dans un émulseur l'ozone produit appelé directement par l'aspiration du courant d'eau à stériliser; l'interrupteur envoyant le courant dans l'appareil est manœuvré par le robinet lui-même.

En remplaçant la conduite d'eau par un ventilateur, le même appareil sert à envoyer l'ozone dans l'atmosphère d'une pièce à désinfecter ou dans laquelle se trouve un malade pour lequel des inhalations de ce gaz peuvent être salutaires.

Ces appareils ne consomment que 70 ou 90 watts au

maximum, suivant qu'ils sont employés sur courant alternatif ou continu; on voit que la dépense en énergie est infime; malheureusement leur prix de vente très élevé en a, jusqu'à présent, limité l'emploi.

Chauffage et cuisine. — *A priori*, et à n'examiner que les données théoriques, il semble paradoxal qu'il puisse y avoir intérêt à employer, pour le chauffage et la cuisine, l'énergie électrique produite, après toutes les transformations et pertes de rendement que l'on connaît, par la combustion du charbon; et cependant, en pratique, il est facile de comprendre que la facilité de limiter la dépense d'énergie au temps strict de son emploi, ce qui est impossible avec les appareils ordinaires de chauffage, puisse procurer une réelle économie.

D'autre part, le chauffage électrique présente une série d'avantages qui peuvent, même avec un prix de revient supérieur, en faire préférer l'usage. Il supprime complètement toute chance d'incendie; il est sans rival au point de vue de la propreté; par l'absence de produits de combustion, il peut être considéré comme absolument hygiénique; enfin, les appareils, poêles et radiateurs, qui fournissent la chaleur, sont facilement transportables et réalisent le problème du chauffage successif des pièces d'un appartement, dont la solution semble avoir un très grand intérêt, à en juger par le nombre d'essais de poêles mobiles, dont le radiateur électrique portatif présente tous les avantages sans avoir aucun de leurs très graves inconvénients.

Enfin, dans les locaux chauffés par d'autres moyens, l'énergie électrique peut fournir un appoint des plus intéressants; le poêle électrique donne rapidement et pour relativement peu de frais la chaleur nécessaire dans une pièce où l'on ne se tient que pour un temps limité, dans les cabinets de toilette par exemple, ou dans les chambres à coucher où l'on désire de la chaleur au moment de s'habiller, mais que, par raison d'hygiène, on ne veut pas chauffer pendant le sommeil; aux saisons intermédiaires, on peut, lors des changements brusques de température, le matin et le soir, se donner rapidement la chaleur utile sans avoir à faire fonctionner le mode de chauffage habituel, dont on ne pourrait aussi bien régler et limiter l'emploi; enfin nous verrons plus loin que, par des dispositions ingénieuses, on peut associer ce mode de chauffage à la ventilation des théâtres, cercles, salles de réunion, où, pendant la représentation ou les séances, il a été nécessaire d'interrompre le chauffage habituel pour éviter un excès de température.

Tous les avantages dont nous avons parlé pour le chauffage se retrouvent dans la cuisine; il faut y ajouter la rapidité de la cuisson due à ce que la chaleur est appliquée facilement et exactement aux points où elle est nécessaire, l'uniformité de la température qui simplifie la surveillance et permet d'obtenir, dans certains cas, des résultats supérieurs à ceux de tout autre procédé; enfin la propreté et la facilité de transporter ces appareils permettent de les utiliser partout, de préparer par exemple le café sur la table, le thé au salon, les boissons ou les tisanes dans la chambre même d'un malade.

Les appareils de chauffage sont tous basés sur le même principe : la transformation de l'énergie électrique en chaleur par effets Joule; les différents systèmes varient par le mode de transmission de la chaleur, qui peut se faire par rayonnement, par convection ou par conduction.

Les foyers des appareils par rayonnement sont formés par des radiants, comparables à de grosses lampes à incandescence, qui émettent la chaleur par radiation.

La deuxième classe d'appareils échauffe l'air directement par le contact de résistances métalliques portées à une aussi haute température que possible.

Dans la troisième classe, les résistances métalliques sont noyées dans une substance vitrifiée, isolante, mais aussi conductrice que possible de la chaleur, appliquée elle-même sur une plaque en fonte; la chaleur se transmet donc par conduction, du conducteur électrique à la fonte qui forme un radiateur semblable à ceux qui sont chauffés par la vapeur ou l'eau chaude.

Quel que soit le mode de construction de l'appareil, la quantité de calories produite est toujours utilisée, le prix de revient du chauffage est le même. La pratique indique qu'il faut au maximum, par mètre cube, 80 watts pour les appartements bien ventilés, et 65 watts pour les pièces ordinairement entourées par des espaces chauffés; ces chiffres s'appliquent pour un chauffage à 17° ou 18° avec une température extérieure de 4° à 5° au-dessous de zéro; la plupart du temps 50 watts par mètre cube suffisent. Pour fixer les idées, on voit que le chauffage d'une pièce de 3^m sur 4^m et 3^m de hauteur exigera de 18 à 20 hectowatts. La dépense sera, à $0^{fr},03$ l'hectowatt-heure, de $0^{fr},54$ à $0^{fr},87$ l'heure.

Nous ne croyons pas inutile d'établir une comparaison entre le chauffage électrique et le chauffage du gaz; le kilowatt-heure est équivalent à 864^{cal}; d'autre part, la chaleur utilisable produite par 1^{m^3} de gaz est, en admettant pour les appareils d'utilisation un rendement de 60 pour 100, équivalente à 3000^{cal} environ; pour obtenir le même résultat, il faut donc consommer 3,5 kilowatts-heure. Tenant compte qu'en raison des économies rendues faciles par la limitation de l'usage du courant au moment même où l'on en a besoin, et des avantages au point de vue de la propreté, de l'hygiène et des chances d'incendie, le consommateur consentirait certainement à payer un supplément de prix; on peut avoir espoir de voir se généraliser ce mode de chauffage, en particulier pour les usines hydro-électriques et pour celles qui peuvent, par des tarifications spéciales, faire de très grands avantages aux consommateurs du courant de jour.

Les types les plus courants d'appareils que les constructeurs établissent pour le chauffage sont les suivants : de grands radiateurs pour salons de toutes dimensions, à partir de 20 hectowatts environ; des poêles facilement transportables en consommant en général de 10 à 20 hectowatts; on construit également des chauffeuses-appliques de 5 à 10 hectowatts que l'on fixe contre le mur et qui peuvent soit chauffer de petits locaux, soit être réparties en différents points de pièces de plus grande dimension; enfin, les chauffe-pieds et chaufferettes dont la consommation est d'environ 2 hectowatts, les chauffe-assiettes dont la consommation

varie suivant l'importance, des réchauds pour la table de 1 à 5 hectowatts, des fers à repasser qui demandent 4 à 5 hectowatts, les fers à friser, les allume-cigares dont la consommation est des plus minimes, le bichon électrique qui permet de donner un coup de fer au chapeau, la bassinoire, le chauffe-lit et maints autres appareils aussi intéressants et qu'il nous serait impossible d'énumérer d'une façon complète, l'ingéniosité des constructeurs en créant tous les jours de nouveaux.

Le chauffage électrique permet également de résoudre d'une façon heureuse et avec relativement peu de frais un problème dont on n'avait trouvé jusque-là que des solutions imparfaites, celui de la ventilation des salles de réunion, cercles, concerts, théâtres, sans produire de courant d'air froid et sans exagération de la température.

Le plus souvent, dans de grandes salles devant contenir un très grand nombre de personnes réunies, on est obligé, pour éviter d'avoir une température exagérée, d'arrêter le chauffage pendant la réunion; d'autre part, il est indispensable de ventiler, ce qui cause une sensation d'air froid intolérable. Le problème a été résolu de la façon suivante, par le secteur de la place Clichy, dans la grande salle des fêtes du Cercle de l'Union artistique. L'air pur, pris sur le toit, est refoulé au moyen d'un ventilateur électrique à travers une série de plaques chauffantes qui sont reliées à un tableau, de manière que l'on puisse ne mettre en service que le nombre de plaques nécessaires pour que l'air arrive à la partie supérieure de la salle exactement à la température voulue; l'air est repris à la partie inférieure et expulsé à travers une conduite aboutissant à un second ventilateur. La lecture du thermomètre indique le nombre de plaques à mettre en service; il est facile de comprendre que cette manœuvre pourrait même, au besoin, être rendue automatique.

Les données suivantes nous ont été fournies par le secteur. La salle a un volume de 3600^{m^3}, on suppose l'air renouvelé entièrement en une heure, soit un appoint de 1^{m^3} à la seconde, le chauffage est établi au moyen de 16 plaques chauffantes de 17,5 hectowatts chacune groupées deux par deux; il y a donc un interrupteur par 35 hectowatts; un barème indique le nombre d'interrupteurs à manœuvrer en se basant sur la lecture du thermomètre.

Nous avons eu sous les yeux une série d'observations faites journellement par le secteur, dont nous extrayons les renseignements suivants : la durée du chauffage était en moyenne de 3 heures, la température intérieure de 1° à 20°; pour une température extérieure de 0° à 2°, la consommation a été de 500 hectowatts-heure environ, ce qui, au prix appliqué de $0^{fr},04$, correspondait à une dépense de 20^{fr} par soirée; pour une température extérieure de 10°, il faut compter environ 250 hectowatts-heure ou 10^{fr} par soirée; avec les tarifs actuels ces prix seraient réduits d'un tiers. Il est inutile d'insister sur ce genre d'application.

Le chauffage des appareils employés pour la cuisine électrique est également obtenu par l'un des trois moyens dont nous avons parlé pour le chauffage proprement dit.

A un autre point de vue, ces appareils peuvent se diviser en deux classes : les appareils de cuisine proprement dits et les appareils portatifs portant avec eux leur mode de chauffage.

On fait les fourneaux de cuisine en fonte de fer avec, à l'intérieur, un jeu de plaques chauffantes permettant de régler la chaleur; la consommation qui varie avec les dimensions est, pour un pareil moyen, de 20 hectowatts; on fait également des grils électriques et des fours de toutes dimensions jusqu'à pouvoir cuire des rôtis de 50^{kg} de viande. Les constructeurs indiquent, pour la cuisson des grosses pièces, une consommation moyenne de 4 hectowatts par kilogramme de viande rôtie, et l'on prétend que les rôtis et grillades obtenus par le chauffage électrique présentent un degré de perfection qu'il est impossible d'atteindre autrement.

Les appareils portatifs sont munis de rhéostats nécessaires pour assurer directement le chauffage, et peuvent être reliés à des prises de courant placées aux différents endroits où l'on peut avoir à les utiliser. Nous pouvons citer : le grille-pain, le grille-côtelettes consommant de 4 à 5 hectowatts; cet appareil permet de cuire un bifteck en 5 minutes, ce qui représente, pour du courant à $0^{fr},03$ l'hectowatt-heure, une dépense de $0^{fr},015$; les bouilloires qui se font suivant deux systèmes : dans l'un le système de chauffage est dans le fond même de l'appareil, dans l'autre il est dans un réchaud sur lequel on pose la bouilloire; le premier système est plus rapide, le second plus commode. Pour faire bouillir 1^{l} d'eau il faut compter 12 minutes avec un appareil de 5,5 hectowatts; la dépense est donc de $0^{fr},033$.

Telles sont les principales et les plus intéressantes applications domestiques du courant de jour; il y en a certainement beaucoup d'autres qui ont pu nous échapper; nous serions heureux que l'on veuille bien nous les signaler.

Après avoir fait de notre mieux pour faire connaître ces applications aux abonnés des stations, nous pensons qu'une étude s'imposerait des différents procédés commerciaux propres à en propager l'emploi; ce travail portant des attributions de la Commission technique, nous nous bornons à en signaler l'intérêt.

E. Cousin.



TRACTION ET LOCOMOTION.

GÉNÉRALITÉS.

Sur le développement du système de traction monophasé, par F. EICHBERG (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 11 juin 1908, p. 588 à 591.) — L'auteur montre le développement du moteur monophasé en ces dernières années; il rappelle, en premier lieu, la machine ordinaire compensée (*fig.* 1), construite

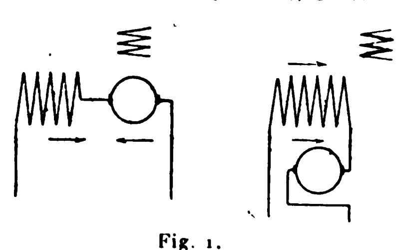


Fig. 1.

pour courant continu. Si le circuit magnétique d'une telle machine est lamellé et si la tension par segment ne dépasse pas 2 volts, le fonctionnement à courant alternatif est satisfaisant, sans étincelles dangereuses. Le poids de la machine serait considérable et le facteur de puissance assez mauvais; en outre, pour une grande valeur du nombre d'ampères-barres par centimètre d'induit, la commutation deviendrait mauvaise.

Il est possible d'augmenter la tension entre lames et obtenir, malgré cela, un fonctionnement sans étincelles en intercalant des résistances entre l'enroulement et le collecteur; ce moyen est employé par Westinghouse, Finzi, etc.

Au commencement de 1903, Winter et l'auteur ont proposé la disposition des figures 2 et 3. Sa machine

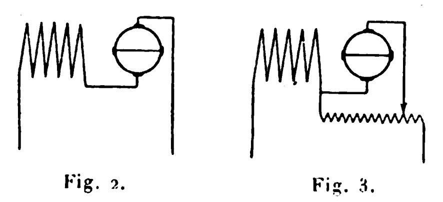


Fig. 2. Fig. 3.

possède deux enroulements de travail liés entre eux inductivement (l'enroulement statorique de travail et l'induit court-circuité). Elle possède en outre un enroulement d'excitation sur l'induit qui, dans la figure 2, est en série avec le stator et, dans la figure 3, est branché aux bornes d'un transformateur en série avec le stator. Le point intéressant de cette machine est la présence d'un champ transversal qui se forme suivant l'axe *xx* et qui compense la force électromotrice de court-circuit créée par induction sous les balais de travail et qui, d'un autre côté, crée entre les balais d'excitation une force électromotrice décalée en avant, laquelle contribue à améliorer le facteur de puissance.

D'autres constructeurs ont cherché à produire un champ transversal et tous ces essais ont un but commun. Dans une machine compensée fonctionnant à courant continu (*fig.* 1), la force électromotrice de travail est toujours située aux balais; il est par conséquent indifférent de construire la machine shunt ou série. Dans le cas d'une machine fonctionnant à courant alternatif, la force électromotrice de travail peut être à volonté partagée entre l'enroulement de compensation et l'enroulement d'induit.

Si l'enroulement induit est en court-circuit, la force contre-électromotrice totale (force électromotrice de travail) se trouve aux barres du stator, mais il est possible de la partager à volonté (*fig.* 4 et 5); la tension extrême

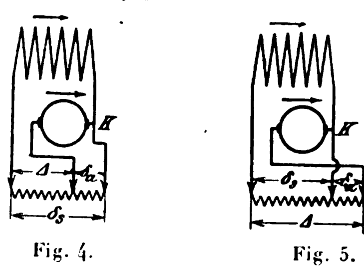


Fig. 4. Fig. 5.

étant Δ, la tension au stator peut être δ_s et la tension au rotor δ_a. Dans le cas de la figure 4, par exemple, δ_s est plus grand que Δ. La force électromotrice de travail peut être transportée au rotor par induction ou par mise en circuit directe. La condition fondamentale est

$$e = cnF = e_q + e_a.$$

Le champ F peut être pris en fonction du courant J; il peut être en phase avec le courant d'induit (*fig.* 6) ou en phase avec le courant du stator (*fig.* 7); la liaison au

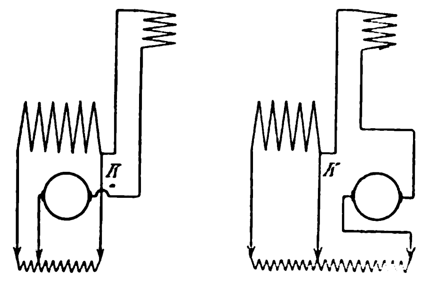


Fig. 6.

point K (*fig.* 4 à 7) n'est pas indispensable. Les deux tensions peuvent être fournies par le même transformateur ou par deux transformateurs séparés; l'excitation peut être, à volonté, alimentée par le circuit du stator ou par le circuit du rotor.

Le champ transversal est commun à toutes ces ma-

chines et l'auteur considère ce fait comme une chose très importante. Un autre point caractéristique est l'emploi d'un transformateur série qui permet de choisir le rapport des ampères-tours de travail et d'excitation ;

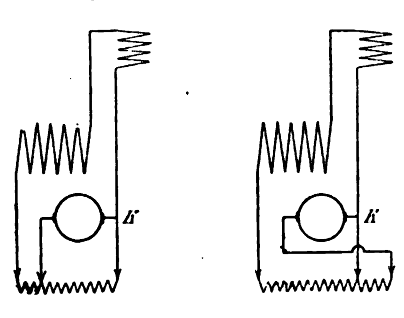


Fig. 7.

à l'aide de ce transformateur il est possible de choisir la tension d'alimentation de la machine, indépendamment de la tension d'induit. Il donne la possibilité de modifier en marche différentes caractéristiques et de choisir au démarrage un rapport des ampères-tours de travail aux ampères-tours d'excitation différent de celui en marche normale, et de réaliser, par suite, le démarrage dans les meilleures conditions possibles.

Le champ transversal devrait varier suivant la loi

$$\Phi_\Delta \left(\frac{\sim}{n}\right)^2$$

pour détruire la tension de court-circuit sous les balais de travail, en supposant que le champ magnétique soit inversement proportionnel au nombre de tours ; dans cette formule Φ_Δ est le champ transversal correspondant à la tension Δ et $\frac{\sim}{n}$ est le rapport entre le nombre de tours au synchronisme et le nombre de tours réel du moteur. Ce champ transversal n'a pas besoin, heureusement, d'être exactement proportionné et il est relativement simple d'obtenir une tension de court-circuit faible.

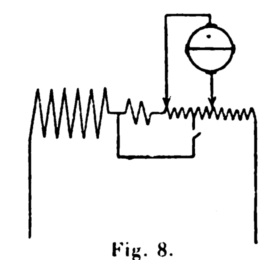


Fig. 8.

Dans la plupart des machines exécutées, des bobines de commutation ont été employées, destinées à annuler la tension de réactance comme dans le cas de machines à courant continu (*fig.* 8). La commutation a été améliorée considérablement par l'emploi de ces dispositions, et des moteurs de traction de très grande puissance peuvent être maintenant construits.

La force électromotrice créée par le champ transversal a rendu possible l'emploi de grands entrefers, nécessaires dans le cas de moteurs de traction. Le moteur pouvant fournir 70 chevaux pendant 1 heure complètement fermé, ou 50 chevaux continuellement, pèse 1350^{kg} et a un rendement de 84 pour 100 à pleine charge. Les figures 9 et 10 donnent les caractéristiques du moteur pour les tensions de 622 volts et 435 volts.

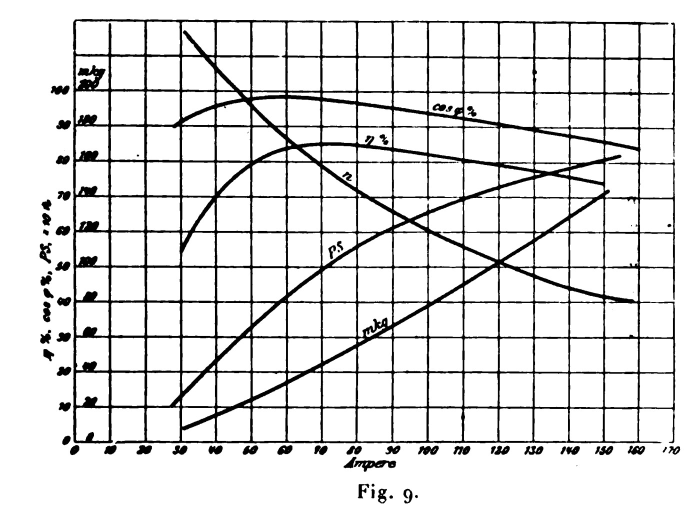


Fig. 9.

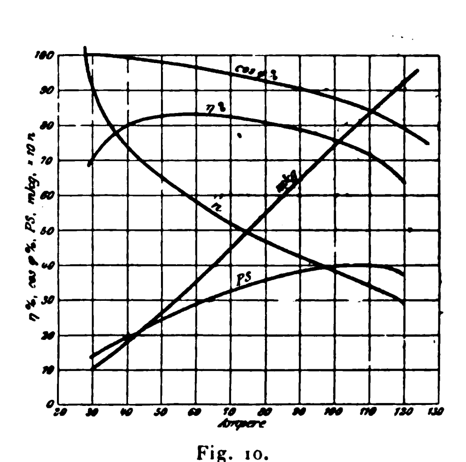


Fig. 10.

Il est possible de construire des machines de puissance beaucoup plus grande ayant les mêmes caractéristiques de fonctionnement. La puissance est en effet donnée par l'équation

$$k\alpha\varphi v z \frac{1}{\sim} = \mathrm{L} = \frac{1000}{\sim} z,$$

où k est une constante ; α, le nombre d'ampères-barres par centimètre de circonférence d'induit ; φ, une constante qui dépend de la tension admissible entre lames ; v, la vitesse à la circonférence de l'induit ; z, le nombre de circuits en parallèle ; $\sim$, le nombre de périodes.

Pour 25 $\sim$ et 12 circuits en parallèle, il est possible

de construire des moteurs de 480 chevaux et, avec 16 circuits en parallèle, des moteurs de 640 chevaux. Comme il est possible de placer deux lames de collecteur par spire (*fig.* 11), la puissance d'un moteur peut

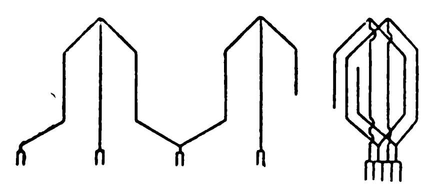


Fig. 11.

donc être portée à 1280 chevaux avec 16 circuits, soit une puissance en régime continu de 800 chevaux, la commutation étant parfaite à ces deux allures.

L'auteur donne dans le même article un certain nombre de courbes caractéristiques se rapportant à un moteur de 300 chevaux, ainsi que les photographies de ce moteur.

E. B.

AUTOMOBILES.

Sur les progrès dans la construction des électromobiles, par W.-A.-TH. MULLER (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXVIII, 12, 19 et 26 décembre 1907, p. 1190, 1208 et 1232). — L'auteur décrit ici un certain nombre d'automobiles électriques et donne des renseignements intéressants sur les consommations.

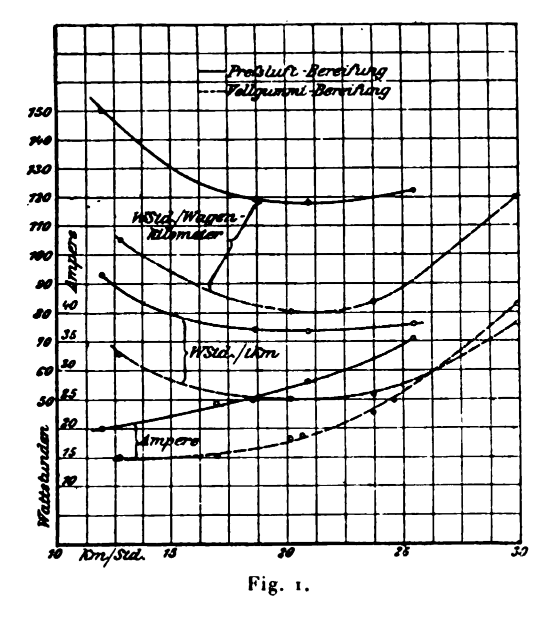


Fig. 1.

Les courbes de la figure 1 se rapportent à une voiture Siemens-Schuckert d'un poids total de 1600^{kg} en ordre de route. La batterie de 44 éléments du type 3 Ky 285/4 de l'Akkumulatoren-Fabrik A.-G. pèse 440^{kg} et a une capacité de 146 ampères-heure. Les essais ont été effectués ici sur de l'asphalte sec. Les courbes en trait plein sont relatives à la voiture montée avec bandages pneumatiques (Pressluft-Bereifung) et celles en pointillé, à la même voiture munie de bandages en caoutchouc plein Vollgummi-Bereifung. Elles expriment la variation d'énergie dépensée (Wattstunden) en fonction de la vitesse en kilomètres à l'heure (km/std.). Les deux courbes supérieures se rapportent à la consommation par voiture-kilomètre (Wstd./Wagen-kilometer), celles en dessous, à la consommation par tonne-kilomètre (Wstd./tkm.) et enfin les deux courbes inférieures, à la variation d'intensité en ampères.

On constate qu'à la vitesse normale de 25 kilom.: heure, la consommation d'énergie est d'environ 25 pour 100 plus faible avec les bandages en caoutchouc plein qu'avec les pneumatiques. Ceci est une preuve de la grande influence qu'exerce sur la consommation la déformation du bandage, celle-ci étant beaucoup plus grande avec le pneumatique qu'avec le caoutchouc plein. Si ce dernier n'est pas exclusivement employé, c'est qu'avec lui les chocs sont beaucoup plus forts et qu'il faut par conséquent prévoir beaucoup plus robustes les parties non suspendues de la voiture.

La figure 1 montre également qu'on peut atteindre une variation de vitesse entre $11^{km},5$ et 25^{km} à l'heure par réglage du champ magnétique. Avec le bandage en caoutchouc plein on peut atteindre 30^{km} à l'heure en affaiblissant le champ. La consommation est ici de 75 à 80 watts-heure par tonne-kilomètre avec les pneumatiques et de 50 watts-heure par tonne-kilomètre avec les bandages en caoutchouc plein.

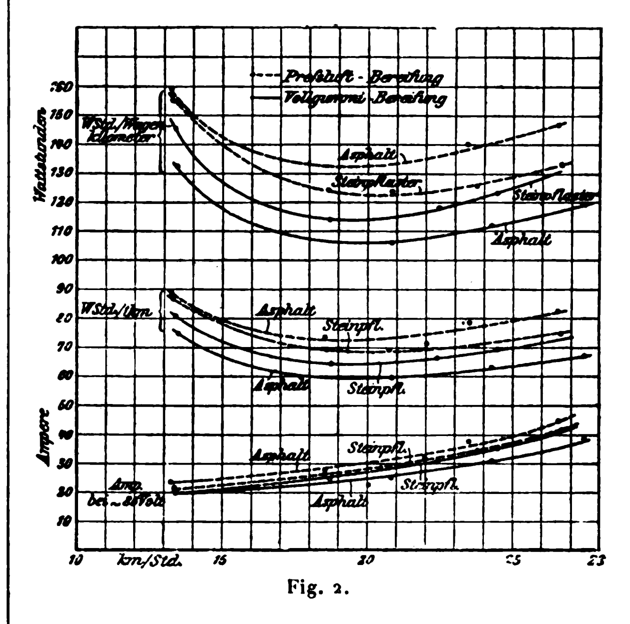


Fig. 2.

La figure 2 se rapporte à d'autres essais effectués en mai 1907. Le poids total de la voiture était de 1790^{kg} avec les pneumatiques et de 1775^{kg} avec les bandages en caoutchouc plein, le poids utile étant de 450^{kg} (6 personnes). La batterie d'accumulateurs était la même que précédemment. Les essais étaient effectués sur asphalte en bon état (Asphalt) et sur pavage en pierre (Steinpflaster) de qualité moyenne. Les chiffres portés sur les

courbes sont les valeurs moyennes d'un voyage aller et d'un voyage retour. Les courbes montrent ce résultat remarquable que, dans le cas des pneumatiques, la consommation est moindre sur les pavés que sur l'asphalte.

Le phénomène peut être explicable par ce fait que la surface de contact entre le bandage pneumatique et la route est moindre avec le pavé qu'avec l'asphalte, d'où il résulte un moindre travail de déformation et par suite une moindre consommation sur le pavé.

La consommation, dans le cas des bandages en caoutchouc plein, est un peu plus élevée dans ces essais que dans ceux de la figure 1. Ceci provient de l'emploi dans les derniers essais d'un profil de bandage plus large et plus gros que dans les premiers.

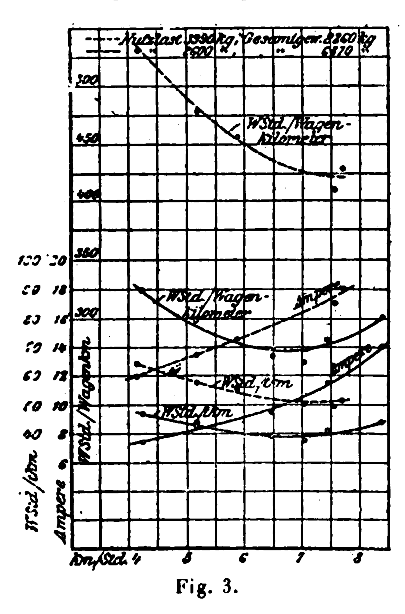


Fig. 3.

La figure 3 se rapporte à des essais effectués avec un camion Siemens-Schuckert destiné à transporter une charge utile de 5000^{kg}. La batterie d'accumulateurs pèse 1000^{kg} et comprend 88 éléments 3 Ky 285/4 de l'Akkumulatoren-Fabrik A.-G. La charge élevée ne permettant pas l'emploi de bandages en caoutchouc, on fait usage de bandages en acier. Les essais ont été entrepris sur une voie en asphalte sec. La figure montre deux cas différents correspondant à deux charges utiles (Nutzlast) différentes. Dans un cas, la charge utile est de 3990^{kg} et le poids total (Gesamtgewicht) 8260^{kg}. Dans l'autre cas, la charge utile est 2600^{kg} et le poids total 6870^{kg}. On remarque que la consommation exprimée en watts-heure par tonne-kilomètre augmente ici avec la charge, tandis qu'en général c'est le contraire qui a lieu. C'est que la pression sur les roues est très élevée et qu'il se produit déjà une pénétration dans la couche d'asphalte. L. J.

DIVERS.

Dévidoir à tendeur automatique pour câbles de prise de courant de locomotive électrique (*Engineering and Mining*, 8 février). — Quand une locomotive de chantiers ou de mines alimentée par un conducteur aérien est obligée de sortir de temps à autre de la section de la ligne au-dessus de laquelle se trouve le conducteur aérien, on la munit généralement d'un dévidoir sur lequel est enroulé un conducteur électrique double. Ce conducteur se fixe, d'une part, au fil de trôlet, d'autre part aux rails, et il doit se dérouler ou s'enrouler à mesure que la locomotive s'éloigne ou se rapproche de l'extrémité du conducteur aérien, sans mollir ni risquer de se rompre. Un nouveau type de dévidoir de ce genre, dans lequel la tension du câble est maintenue par un ressort en spirale enroulé autour de son axe de rotation, est décrit dans l'article que nous signalons.

La traction électrique en Suède. — Nous avons déjà signalé les essais entrepris par le gouvernement suédois sur les lignes Stockholm-Järfua et Tombchoda-Värtan. Les résultats de ces essais ont été si satisfaisants que, d'après *l'Elecktrotechnik und Maschinenbau*, l'électrification de toutes les lignes de Bollnas à la côte sud a été décidée.

Les projets, dressés par l'ingénieur Dahlander, prévoient l'établissement d'un réseau primaire à 50000 volts desservant 37 stations de transformation fournissant du courant à 15000 volts à la ligne de travail; la longueur des voies ferrées à électrifier serait de 2026^{km}. L'ensemble des travaux est évalué à 60656000^{fr} dont 23922000^{fr} pour les usines génératrices et 32234000^{fr} pour les canalisations, sous-stations, etc. Les dépenses annuelles, calculées d'après les résultats d'exploitation de 1905, atteindraient 5843560^{fr}, tandis qu'avec la traction à vapeur elle serait d'au moins 6296000^{fr}. Si l'on admet une augmentation du trafic de 60 pour 100, les dépenses seraient de 7333000^{fr} avec la traction électrique et de 8810000^{fr} avec la traction à vapeur. Encore ces chiffres supposent-ils que le prix du charbon nécessaire aux locomotives à vapeur est le prix actuel (20^{fr} par tonne); si, comme cela est probable, ce prix augmente, l'économie de la traction devient plus importante et, pour une augmentation de 40 pour 100, s'élèverait à 2000000^{fr} ou 3500000^{fr} suivant que l'on considère le trafic de 1905, ou ce trafic augmenté de 60 pour 100.

MESURES ET ESSAIS.

PHOTOMÉTRIE.

Combinaison de wattmètre et de photomètre donnant directement la consommation spécifique d'une lampe à incandescence, par C. PAULUS (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 20 février 1908, p. 166). — Le principe de cet appareil, imaginé pour la première fois par Hyde et Brooks [1], consiste à faire varier la résistance de la bobine à fil fin d'un wattmètre, intercalé dans le circuit de la lampe, solidairement avec les déplacements imprimés au photomètre pour obtenir l'égalité d'éclairement des deux plages, de telle sorte que la nouvelle déviation donne immédiatement la consommation spécifique de la lampe, c'est-à-dire le nombre de watts par bougie. Naturellement, la relation qui existe entre la résistance en dérivation du wattmètre et les mouvements du photomètre dépend de la méthode photométrique elle-même, c'est-à-dire qu'elle est différente selon qu'on déplace le photomètre ou la lampe à essayer. Dans tous les cas, cette dépendance peut toujours s'exprimer par une fonction algébrique, et pratiquement on relie rigidement l'organe mobile à un contact qui glisse sur une résistance convenable. Ces deux auteurs ont opéré avec un photomètre Bunsen. En représentant par y la résistance insérée par le mouvement du photomètre, par x la distance du photomètre à la lampe en essai, la relation qui existe entre ces deux grandeurs est

$$y = R\left[\frac{J_z}{n}\left(\frac{x}{l-n}\right)^2 - 1\right],$$

R étant la résistance totale de la bobine de tension du wattmètre quand celui-ci marque les watts vrais absorbés, J_z l'intensité lumineuse d'une lampe auxiliaire, n une constante du wattmètre, et l la longueur du banc photométrique. C. Paulus opère en laissant le photomètre fixe et en déplaçant la lampe à essayer le long d'un banc pourvu d'une graduation en bougies. La marche d'une expérience est la suivante : Une lampe-étalon, de valeur connue, est montée dans la douille des lampes à étudier et amenée sur la division correspondant à son intensité. On déplace alors une lampe auxiliaire jusqu'à obtenir l'égalité d'éclairement, puis on substitue à l'étalon une des lampes inconnues qu'on déplace à son tour jusqu'à ce qu'on ait rétabli de nouveau l'égalité d'éclairement. Soient J_n, J_z, J_x, b, a et x les intensités et distances de ces différentes sources. La loi du carré donne successivement les relations

$$(1) \qquad J_z = J_n\left(\frac{a}{b}\right)^2 \qquad \text{et} \qquad J_x = J_z\left(\frac{x}{a}\right)^2 = J_n\left(\frac{x}{b}\right)^2.$$

[1] E.-P. HYDE and H.-B. BROOKS, *An efficiency meter for electric incandescent lamps* (*Electrical World and Engineer*, t. XLVI, 2 décembre 1905, p. 942).

Pour une autre lampe d'intensité $J_{x'}$ et à la distance x', on aurait

$$J_{x'} = J_n\left(\frac{x'}{b}\right)^2$$

ou

$$(2) \qquad J_x = J_{n'}\left(\frac{x}{x'}\right)^2.$$

Cette égalité permet de vérifier l'exactitude de l'échelle photométrique. En remarquant que l'éclairement E est donné par les relations

$$(3) \qquad E = \frac{J_x}{x^2} = \frac{J_{x'}}{x'^2} = \ldots,$$

on voit que cet éclairement est constant. Dans la méthode actuelle, les variations de résistance de la bobine à fil fin du wattmètre ont lieu en rendant le contact solidaire du support de la lampe en expérience. Il s'agit d'établir maintenant quelle doit être la grandeur y de la résistance ajoutée ou retranchée à R pour une position déterminée x de la lampe, de sorte que le wattmètre n'indique plus la puissance totale, mais la consommation spécifique. Supposons que m divisions de l'échelle du wattmètre représentent l'unité de puissance, et n divisions l'unité de consommation spécifique. On a alors, en représentant par W la puissance (en watts) de la lampe, W' sa consommation spécifique et J_n son intensité lumineuse,

$$(4) \qquad W' = \frac{W}{J_x} = \frac{W}{Ex^2}.$$

Les nombres de divisions du wattmètre correspondant à W et W' sont respectivement mW et nW', et, comme les déviations sont en raison inverse des résistances de la bobine de tension, on a

$$\frac{mW}{nW'} = \frac{R+y}{R}$$

ou

$$\frac{m}{n}Ex^2 = \frac{R+y}{R}.$$

On tire de là

$$(5) \qquad y = R\left(\frac{m}{n}Ex^2 - 1\right),$$

c'est-à-dire l'expression de la variation de la résistance en fonction de la distance x. Pour une deuxième lampe d'intensité $J_{x'}$ et à la distance x', on a aussi

$$J' = R\left(\frac{m}{n}Ex'^2 - 1\right),$$

d'où

$$(6) \qquad y - y' = R\frac{m}{n}(J_n - J_{n'}).$$

A des différences égales entre deux intensités lumineuses correspondent toujours des différences égales entre les résistances complémentaires. Cette propriété est très importante pour la construction du rhéostat supplémentaire. Le signe de y dans l'équation (5) dépend du choix du rapport $\frac{m}{n}$; dans le cas actuel, on a

$$m = 1 \qquad \text{et} \qquad n = 20.$$

Par conséquent, si une lampe possède une intensité $J_n = Ex^2 = 20$ bougies, y est nul, c'est-à-dire que, sans rien ajouter ou retrancher à la bobine à fil fin, le wattmètre donne en même temps la puissance totale et la consommation spécifique; pour des lampes d'intensité moindre que 20 bougies, y est négatif; il faut diminuer la résistance. Pour les intensités supérieures à 20 bougies, y est positif; il faut ajouter de la résistance.

Pour rendre la résistance continûment variable, on devrait enrouler le fil en spires très serrées sur une bande isolante, d'épaisseur b et de hauteur z, et d'une longueur appropriée. Cette bande, posée de champ, aurait l'un de ses longs côtés rectiligne et parallèle au banc photométrique; c'est sur lui que frotterait le balai. L'autre côté serait conformé suivant une certaine courbure donnée par la relation $z = f(x)$, de telle sorte que y prenne, pour chaque valeur de x, une valeur satisfaisant à l'équation (5). Soit dy la variation de résistance correspondant à un déplacement dx du contact sur le rhéostat. La longueur dx comprend $\frac{dx}{d}$ spires de diamètre d, de longueur $2(z + b)$ et de section $\frac{\pi d^2}{4}$; si σ est la résistivité de la substance constituant la résistance, on a

$$dy = \sigma \frac{dx}{d} \frac{2(z+b)}{\frac{\pi d^2}{4}}.$$

De (5) on tire également

$$dy = 2R\frac{m}{n}Ex\,dx.$$

La relation entre z et x est donc

$$(7) \qquad z = R\frac{m}{n}\frac{d^3\pi}{4\sigma}Ex - b = Kx - b.$$

C'est l'équation d'une droite inclinée par rapport au banc d'un certain angle. En un mot, on aura une idée du gabarit sur lequel il faut enrouler le fil en se représentant un rectangle d'épaisseur très faible b, coupé à peu près suivant une diagonale; les hauteurs z sont les ordonnées comprises entre la diagonale et le côté parallèle au banc (la plus grande hauteur étant à l'extrémité du banc). Dans le photomètre de Hyde et Brooks, la relation entre z et x est plus compliquée; elle est de la forme

$$z = \frac{R}{n}\frac{d^3\pi}{4\sigma}J_z\frac{lx}{(l-x)^3} - b.$$

Ces auteurs se sont astreints à donner à leur rhéostat une configuration répondant rigoureusement à cette équation. C. Paulus a reconnu qu'on obtenait une approximation suffisante sans s'astreindre à cette sujétion. Le photomètre construit, d'après ses données, par Everett, Edgcumbe et C°, est enfermé dans une boîte pesant 15^{kg} et ayant pour dimensions 74^{cm} de longueur, 27^{cm} de hauteur et 23^{cm} de largeur. Quand la boîte est développée pour une expérience, elle a 148^{cm} de longueur, 27^{cm} de hauteur et une profondeur de 11^{cm},7. Le schéma des connexions est représenté par la figure 1, où L désigne le photomètre, H_1 et H_2 les deux bobines d'intensité du wattmètre. Celles-ci sont ordinairement court-circuitées par le manipulateur t_1; quant au com-

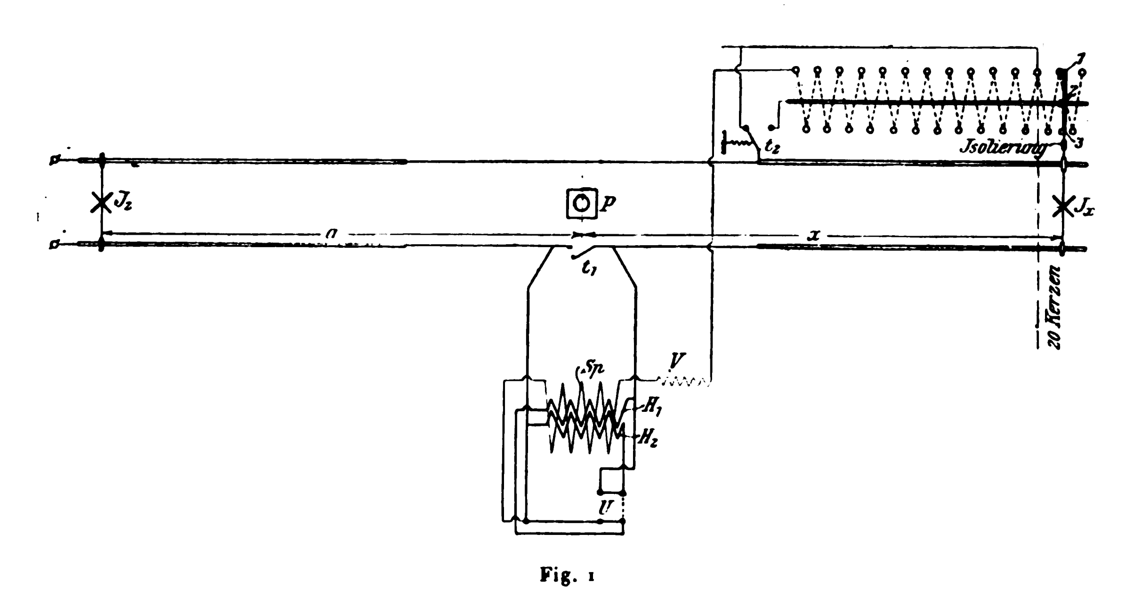


Fig. 1

mutateur U, il permet de les mettre en série pour les puissances inférieures à 120 watts ou en parallèle pour les puissances au-dessus de 120 watts. On fait varier la résistance de la manière suivante : Au support de la lampe en essai sont rattachés, par l'intermédiaire d'un bloc en matière isolante, trois balais en communication électrique entre eux. Celui du milieu, 2, frotte sur un rail conducteur; les deux autres, 1 et 3, sur des plots entre lesquels sont disposés en zigzag les fils du rhéostat (traits pointillés). La résistance totale R, en dérivation du wattmètre, comprend la résistance S_p de la bobine de tension, une résistance de protection fixe V et enfin la résistance variable jusqu'à la division 20 bougies du photomètre. Quand le commutateur t_2 est tourné à gauche, la résistance ou dérivation se compose de R ohms, quelle que soit la position de la lampe en essai sur le banc, et le wattmètre indique, quand t_1 est ouvert, la consommation totale de la lampe. Quand on pousse t_2 vers la droite, on augmente ou diminue R d'une certaine quantité y qui dépend de la position de la lampe, et le wattmètre donne cette fois la consommation spécifique. L'échelle photométrique s'étend jusqu'à 22 bougies. Pour des intensités plus grandes, on règle la lampe-étalon sur la division correspondant à la moitié de son intensité, puis on multiplie par 2 les bougies lues sur l'échelle pour avoir l'intensité de la lampe en essai.

Des essais comparatifs, exécutés avec un photomètre de précision, un voltmètre et un ampèremètre étalonnés, ont permis à l'auteur de vérifier que son appareil fournissait des indications suffisamment précises pour les besoins ordinaires de la fabrication industrielle, et tout particulièrement des lampes à filament métallique, où l'on cherche à régler la tension de telle sorte que la consommation spécifique soit 1,1 watt environ.

B. K.

DIVERS.

Mesure méthodique du potentiel des électrodes, par W. KISTIAKOWSKY (*Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XIV, 6 mars 1908, p. 113.) — Les conclusions des travaux de l'auteur sont les suivantes :

1. Pour la mesure de la force électromotrice des éléments galvaniques à électrodes métalliques, ces dernières doivent être mises en rotation. Seule, la comparaison des valeurs de la force électromotrice obtenues quand les électrodes sont en repos avec les valeurs obtenues lorsque ces mêmes électrodes sont en mouvement ou après le mouvement, donne la possibilité d'établir une valeur définie de la force électromotrice et par suite de calculer, d'après celle-ci, le potentiel ε_h de l'électrode par rapport à l'hydrogène.

2. Les électrodes métalliques doivent être protégées d'une façon absolue de l'action de l'oxygène de l'air au point où elles sont en contact avec la surface de l'électrolyte.

3. Dans beaucoup de cas, il est nécessaire d'éliminer l'action de la concentration variable de l'oxygène de l'air dans l'électrolyte. En général, l'influence de l'oxygène sur la force électromotrice paraît être d'autant plus grande que le métal de l'électrode est plus noble. On sait, en effet, que le potentiel du platine dépend de la concentration de l'oxygène dissous dans l'électrolyte.

4. La surface de l'électrode métallique dont on mesure le potentiel doit être polie. On doit l'examiner au microscope, à la lumière réfléchie, à l'état sec et à l'état mouillé. Dans ce dernier état, on peut remarquer quelquefois sur l'électrode, par exemple sur celle au magnésium, des places où se séparent des gaz et constater par suite directement l'existence des courants locaux.

5. Pour la mesure exacte de la force électromotrice, les éléments galvaniques doivent être fermés sur une résistance d'au moins 10^5 ohms. On est alors obligé, pour avoir des déterminations exactes (au millivolt), de se servir d'un galvanomètre dont la sensibilité n'est pas inférieure à 1.10^{-8}.

6. Dans le montage des éléments galvaniques en vue de la mesure du potentiel des électrodes, on doit veiller avec beaucoup de soin à ce qu'il ne puisse y avoir aucune transformation chimique au point de contact des deux électrolytes. Il convient alors de choisir comme électrode auxiliaire, l'électrode normale au mercure et de prendre pour l'électrolyte entourant cette électrode normale le même anion ou le même cation que celui de l'électrolyte entourant le métal de l'électrode dont on veut mesurer le potentiel.

Les mesures effectuées par l'auteur ont donné les résultats suivants :

Pour le couple

$$Zn \mid ZnSO^4 \text{ normale} \mid ZnSO^4 \text{ saturée } (Hg^2SO^4) \mid Hg$$

la force électromotrice a été trouvée égale à

$$E = 1,46102 - 0,000632\,(t - 18) \text{ volt}$$

entre les températures limites 15° et 25° C.

Pour le couple

$$Zn \mid ZnSO^4 \text{ norm.} \mid KCl\ 0,1 \text{ norm.}\ (Hg^2Cl^2) \mid Hg$$

la force électromotrice est de 1,13564 volt, le coefficient de température entre 15° et 25° C. étant négligeable (exactement 1.10^{-5} par degré).

Des deux mesures précédentes on déduit, pour le couple

$$0,1\ E.\,N.\,(^1) \mid ZnSO^4 \text{ saturée } (Hg^2SO^4) \mid Hg,$$

la force électromotrice

$$E = 0,325 \text{ volt à } 18^\circ \text{ C.}$$

La différence entre le potentiel d'une électrode mesuré avec l'électrode calomel déci-normale et avec l'électrode hydrogène (ε_h) ayant été trouvée par différents auteurs égale à $-0,335 - 0,0008\,(t - 18)$, on déduit aussi des mesures précédentes une valeur de 0,66 volt pour la force électromotrice à 18° C. du couple

$$H^2 \mid \overset{+}{H} \text{ norm. } (^2) \mid ZnSO^4 \text{ saturée } (Hg^2SO^4) \mid Hg.$$

L. J.

---

(1) Ainsi peut-on désigner l'électrode au calomel (Hg^2Cl^2) avec la solution déci-normale de chlorure de potassium.

(2) On peut désigner ainsi la concentration normale en ions-hydrogène, obtenue par une concentration déterminée en acide.

Résistivité des métaux entre de très hautes et de très basses températures (+ 400° à — 189°), par Guido NICCOLAI (*Physikalische Zeitschrift*, t. IX, 1er juin 1908, p. 367). — On est certain aujourd'hui que le coefficient de température des métaux purs n'a rien de commun avec le coefficient de dilatation des gaz, comme l'avait supposé Clausius. Les données expérimentales actuelles établissent en effet nettement que la résistivité des métaux croît beaucoup avec la température, mais non pas proportionnellement à la température absolue, comme l'exigerait l'hypothèse de Clausius; si l'on cherche d'autre part à relier entre eux (par des courbes) les résultats de différents expérimentateurs, on constate des divergences considérables. Ce désaccord provient, sans aucun doute, des conditions diverses dans lesquelles ont été réalisées les expériences, de la variété de forme et de qualité des échantillons, etc. L'auteur a donc repris le même sujet en effectuant les mesures entre + 400° et — 189°, de 25° en 25°, sur dix métaux différents, tous étirés en fils d'environ $0^{mm},5$ de diamètre et 8^{m} de longueur, et en se servant d'un pont de Wheatstone qui donnait directement le millième

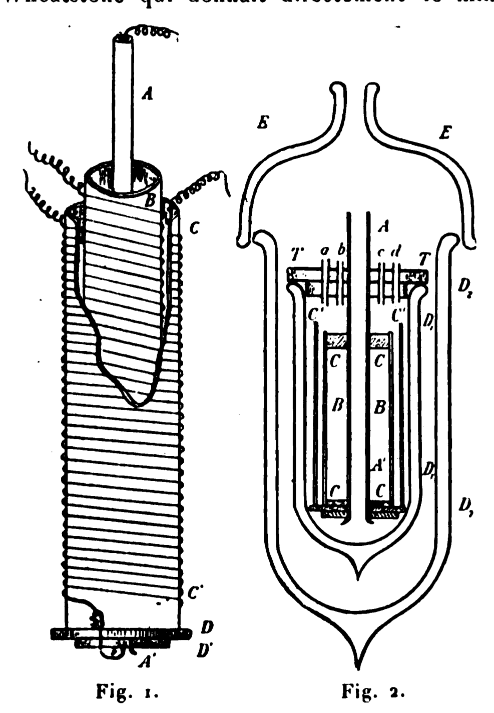


Fig. 1. Fig. 2.

d'ohm. Les figures 1 et 2 représentent le dispositif d'enroulement et de chauffage du fil, ainsi que l'enceinte protectrice constituée en principe par deux vases de Dewar concentriques.

AA', tube de verre de 5^{mm} de diamètre, bordé dans le bas, et dont le bourrelet retient un disque métallique D' sur lequel repose un autre disque D plus grand en carton d'amiante.

B, tube de verre de 25^{mm} de diamètre, posé sur D et sur lequel est enroulé du fil de fer servant au chauffage électrique.

CC', tube de verre de 170^{mm} de long et 35^{mm} de diamètre, recouvert de carton d'amiante épais, sur lequel on enroule avec soin les échantillons à étudier. Les spires sont isolées les unes des autres par des cordes d'amiante. Ce système de tubes est disposé dans un vase de Dewar $D_1 D_1$ fermé par un bouchon de liège TT, garni de papier d'amiante sur toutes les faces susceptibles de venir en contact avec les parties à haute température. Par *a* et A passent les gros fils de connexion allant à l'échantillon; par *b* et *c*, ceux de la spirale de chauffage. Enfin *d* est un tube de quartz servant à isoler entre eux les deux couples cuivre-constantan en relation avec des galvanomètres Thomson et qui donnent

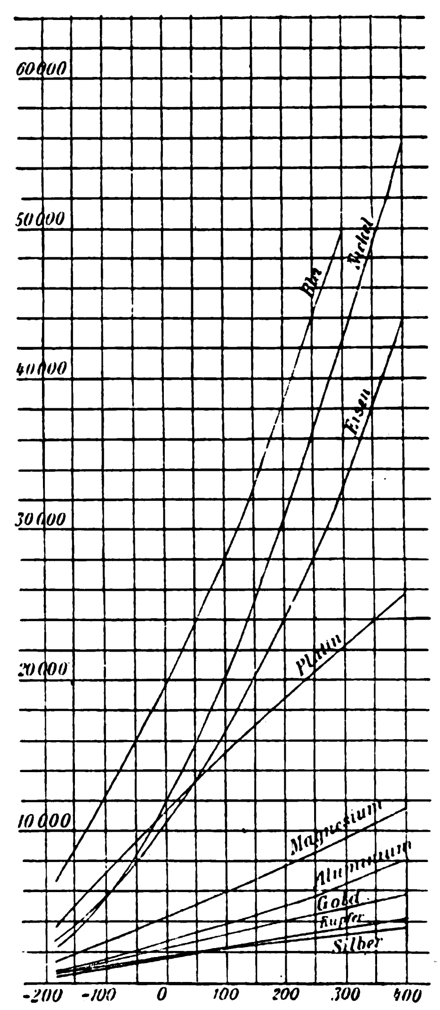


Fig. 3. — Courbes indiquant les variations de la résistivité en fonction de la température de 400° à — 189°.

les températures en haut et en bas de l'enceinte chauffée à $\frac{1}{10}$ de degré près. On prend comme température finale la moyenne des deux lectures. Le vase $D_1 D_1$ est à son tour placé dans un deuxième $D_2 D_2$ fermé par un couvercle EE muni d'une ouverture par où passent tous les conducteurs. Avec un peu d'habitude, on arrive à rendre

la température de l'enceinte absolument uniforme, au moins tant qu'elle ne surpasse pas de 90° l'ambiante; à 400°, la différence n'atteint pas encore 1°. On prend comme diamètre la moyenne d'un grand nombre de mesures obtenues au palmer et par des pesées. La conduite d'une expérience est la suivante. On détermine la résistance de l'échantillon d'abord à la température du laboratoire; puis on porte le tube sur lequel il est enroulé dans l'enceinte dont on élève la température progressivement et l'on répète les mesures de 25° en 25° jusqu'à 400°; on procède de même en laissant le fil se refroidir lentement de 400° à la température ordinaire. Pour les basses températures, on effectue aussi deux séries de mesures. Si R est la résistance mesurée, on a pour la résistivité $\rho = R\frac{l}{S}10^9$, en unités C. G. S., à la condition que l représente la longueur corrigée de la dilatation. Or, en prenant pour l la longueur à 20°, puis à 400°, on trouve pour ρ, 3771 et 3800, soit à peine une différence de 1 pour 100. Les courbes de la figure 3 représentent les variations de la résistivité avec la température pour l'aluminium, l'argent, le fer, le magnésium, le nickel, l'or, le plomb, le platine et le cuivre. On a porté en abscisses les températures en degrés centigrades et en ordonnées, les résistivités en unités C. G. S. Aucun des métaux étudiés ne satisfait exactement à l'hypothèse de Clausius; ceux qui s'en rapprochent le plus sont l'argent, l'or, le platine et le cuivre. On peut les ranger en deux catégories : l'une contenant les métaux dont la variation de résistance augmente plus vite avec la température, comme le fer et le nickel; l'autre, au contraire, contenant ceux dont la variation de résistance décroît quand la température croît, comme le platine et l'argent. L'allure des courbes cependant dénoterait une tendance à passer au-dessous de l'axe des x pour une température suffisamment basse, c'est-à-dire que la résistance de ces métaux à l'état de pureté deviendrait, sinon nulle, du moins très faible au voisinage du zéro absolu; pour quelques-uns même, ce résultat serait atteint avant le zéro absolu. A $+400°$, la résistance du nickel est vingt-six fois plus grande qu'à $-189°$; celle du fer, seize fois et celle du platine sept fois plus grande. Certaines de ces courbes se coupent : celles du cuivre et de l'argent, celles du fer et du nickel. On peut même remarquer que, si la loi de la variation de la résistance du platine, du fer et du nickel représentée par ces courbes se poursuivait jusqu'au zéro absolu, la courbe du platine se rencontrerait encore une fois avec celles du fer et du nickel.

B. K.

Barretters Bela Gàti. — Ces barretters sont constitués par des fils d'or, de platine ou de charbon, et ne sont pas ordinairement placés dans une enceinte raréfiée. Ceux en or ont une résistance plus faible; mais, à résistance égale, ils sont plus sensibles que les fils de platine. Ceux-ci demandent une formation pour les débarrasser de l'oxygène occlus. Avec les fils de charbon, on a l'avantage de pouvoir utiliser des courants assez forts; cette qualité est mitigée par les déplacements du zéro qui sont très gênants, surtout dans les mesures de résonance. Généralement leur diamètre est de 2^{μ}, ce qui correspond à une résistance de 50 ohms et un courant maximum de 20 milliampères; ils brûlent à 25-30 milliampères. Les barretters de plus grande résistance et placés dans le vide sont naturellement plus sensibles. Si l'on travaille avec un galvanomètre donnant une déviation d'une division pour un courant de 10^{-12} ampère, on peut mesurer des courants de haute fréquence compris entre 10^{-9} et 10^{-10} ampère.

On sait que les barretters ont reçu de multiples applications en télégraphie sans fil. M. Bela Gàti recommande également leur emploi pour la mesure des courants téléphoniques au départ et à l'arrivée des lignes ou câbles, pour la mesure de la résistance, de la self-induction et de la capacité des appareils et des conducteurs, mais principalement pour la mesure de la résistance diélectrique des câbles et des conducteurs aériens.

En raison des difficultés que rencontrent souvent les expérimentateurs à se procurer des appareils nouveaux et de construction délicate, nous croyons utile de faire connaître à nos lecteurs qu'ils pourront faire l'acquisition des barretters qui viennent d'être décrits, chez Bela Gàti, Budapesth, VI, Hajos-u, 33-35. Un pont de $26^{cm} \times 23^{cm} \times 1^{cm},5$ et un filament de 2^{μ} de diamètre coûte 375^{fr}; un fil de platine ou d'or de 2^{μ}, seul, coûte 15^{fr}. On revivifie les barretters pour le prix de 3^{fr} environ.

B. K.

Nouvelles déterminations du rapport v des unités électriques, par E.-B. ROSA et DORSEY. — Les travaux de ces deux savants ont été exposés dans une communication faite par M. Abraham à la séance du 19 juin de la Société française de Physique.

Les mesures de MM. Rosa et Dorsey ont été faites par la méthode des décharges répétées d'un condensateur étalon. Le courant quasi continu obtenu est compensé par un dispositif de pont de Wheatstone ou par l'emploi d'un galvanomètre différentiel.

Les condensateurs étalons ont été des condensateurs sphériques, des condensateurs cylindriques et un condensateur plan. On a varié beaucoup les conditions des expériences (potentiel et fréquence des décharges, types de galvanomètres, etc.), et toutes les déterminations se sont trouvées concorder *à environ un dix-millième près*. La moyenne générale des expériences conduirait à adopter pour la constante *v rapportée au vide* la valeur $v = 2,997.10^{10}$. Cette valeur ne diffère que d'*un deux-millième* en moins de la valeur la plus probable de la vitesse de la lumière.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE.

L'Exposition de Marseille est théoriquement ouverte depuis plus de deux mois. Les visiteurs, déjà nombreux, ont pu goûter depuis longtemps l'agrément du parc dans lequel elle est installée, apprécier la fraîcheur des ombrages et la qualité des consommations qu'on peut y déguster; jusqu'à ces derniers temps, les techniciens n'y trouvaient que peu de choses de nature à les intéresser. Les palais contenant les objets exposés n'ont été ouverts au public que le 6 juin, et c'est seulement depuis quelques jours qu'on peut se faire une idée nette de ce que seront les expositions de la plupart des exposants. Ce retard était presque inévitable, étant donné le temps très court qu'on s'était imposé pour l'organisation; il a pu produire un peu d'étonnement auprès du public local, impatient de voir les merveilles promises; les visiteurs venant de l'extérieur ne s'en apercevront pas. C'est à ceux-ci que cet article est destiné; il a simplement pour but de leur donner une idée d'ensemble, et de leur rendre plus facile la visite de cette Exposition, qui mérite à tous égards leur attention.



Vue intérieure du Palais de l'Energie.

L'Exposition a été établie au parc du Rond-Point, au milieu de la promenade du Prado, à 3km du centre de la ville. Elle est desservie par des lignes de tramways, à départs très fréquents, qui y conduisent en quelques minutes. Ancien terrain de manœuvre d'une superficie de 25 hectares, cet emplacement fut transformé en jardin il y a deux ans pour l'Exposition coloniale, qui eut un très grand succès. L'aspect est vraiment très agréable et, à lui seul, justifie l'empressement de la

population marseillaise à l'adopter comme but de promenade; il y a actuellement plus de 30 000 abonnés.

Avant de passer en revue les diverses constructions contenant les objets exposés, il est nécessaire de donner quelques indications sur les moyens employés pour alimenter, en énergie électrique, les divers services de l'Exposition. Une puissance d'environ 2500 kilowatts était nécessaire. Il n'aurait pas été pratique d'établir, dans l'enceinte de l'Exposition, une usine génératrice à vapeur de cette importance avec chaufferies, cheminées, moyens de transport pour le charbon. On a préféré acheter aux deux Compagnies concessionnaires des réseaux de Marseille l'énergie électrique nécessaire. L'Exposition reçoit ainsi du courant triphasé à 5000 volts, avec les fréquences 25 et 50. Elle transforme et distribue cette énergie, et les appareils nécessaires pour cela font partie des objets exposés et sont accessibles aux visiteurs. Le courant alternatif est distribué au moyen d'un certain nombre de postes de transformateurs distribués dans les jardins. Une distribution à trois fils (2×110 volts) distribue le courant continu et est alimentée par deux sous-stations équipées toutes deux avec des groupes moteurs générateurs. L'une d'elles est placée dans le Palais de l'Énergie (*voir* plus loin), l'autre dans une construction spéciale placée à droite du grand Palais. Cette dernière contient aussi une pompe Rateau de 600 chevaux, actionnée par un moteur triphasé, destinée à produire un jet d'eau d'une centaine de mètres de haut au milieu de la pièce d'eau située devant le Grand Palais.

Les exposants ont été répartis dans quatre palais principaux, autant que possible d'après la nature des objets exposés. On comprend toutefois qu'il était difficile de respecter, d'une façon absolue, ce principe de classification, certains exposants présentant des objets qui, logiquement, devraient figurer dans des palais différents.

Le Palais de l'Énergie (près de l'angle gauche du plan), vaste construction métallique de 150^{m} de long, contient en principe tout ce qui concerne les grandes industries électriques (production, transport, force motrice) et aussi l'Électrochimie. C'est là que se trouvent les stands des grandes maisons de construction (dynamos, moteurs, gros appareillage, tableaux), les expositions des fabricants de câbles (dont un fait sur place, des essais de câbles à 100 000 volts alternatifs, et 300 000 volts continus, ou plutôt redressés). Une série de stands fort intéressants ont été installés par les diverses Sociétés de transport et de distribution de l'énergie électrique. La région du Sud-Est de la France est, naturellement, la mieux représentée; les cartes et photographies exposées permettront de se faire une idée très nette de l'état actuel de l'industrie électrique dans cette région.

De cet ensemble d'objets et de plans exposés, le fait le plus intéressant qui paraît se dégager est la mise au point définitive de tout le matériel destiné aux transports à très haute tension, jusqu'à 50 000 volts. Les appareils de toutes sortes (isolateurs, interrupteurs, transformateurs), destinés à des tensions de cet ordre, figurent dans plusieurs des stands, en même temps que les plans exposés donnent la preuve de l'emploi pratique de ces tensions élevées. C'est ainsi qu'une partie importante du réseau de la Société l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen fonctionne sous tension de 50000 volts depuis plusieurs mois, et que son usine génératrice de la Brillanne marche en parallèle avec l'usine à vapeur de Saint-Giniez (Marseille), à une distance de 100^{km}.

Le succès d'installations à 50 000 volts permet d'espérer, pour l'avenir, un nouveau saut vers les hautes tensions et par suite vers les grandes distances pour le transport de l'énergie électrique. Dans cet ordre d'idées, l'avenir est représenté par la très belle maquette en relief représentant un projet d'usine sur le Rhône (240 000 kilowatts), destinée à transporter l'énergie électrique à Paris par courant triphasé à 25 périodes et 120 000 volts (projet Blondel, Harlé et Mahl).

Tout ce qui concerne l'Électrochimie se trouve aussi dans le Palais de l'Énergie. On trouvera là les expositions des raffineurs de cuivre, des fabricants d'aluminium (objets fabriqués, modèles et plans de fours et d'usines), de carbure de calcium, et toute la série des métaux et alliages fabriqués au four électrique. La Société de l'Azote atmosphérique expose, avec des plans et diagrammes, un modèle du four Birkeland. Le chauffage des appareils de laboratoire, une application qui intéresse aussi les chimistes, est représenté par la maison Poulenc, qui montre quelles ressources un laboratoire de Chimie peut tirer d'une installation électrique; les appareils de mesure des températures sont exposés au même endroit. Enfin, les principaux fabricants d'accumulateurs ont exposé leurs modèles de plaques et d'éléments. Comme nouveauté, dans cet ordre d'idées, il faut signaler un châssis de camion automobile électrique équipé avec des accumulateurs Edison, exposé dans le stand de la maison Bergmann. Les demandes d'admission dans la Section de l'Électrochimie ont été si nombreuses que la place prévue s'est trouvée insuffisante: une installation en fonctionnement, pour l'épuration des eaux potables par l'ozone, a été placée dans le Grand Palais.

Le Grand Palais, placé à l'extrémité de l'avenue centrale est une massive construction qui est destinée à survivre à l'Exposition, et qui deviendra le Palais des Fêtes et Expositions de la ville de Marseille; il a été construit par les soins et aux frais de la ville. Il contient une série de stands réservés aux industries qui ne comportent pas de grosses machines: éclairage et petit appareillage parmi lesquels il faut citer une grande variété de lampes à arc, et les différents modèles récents de lampes à filament métallique, ainsi que les stands, fort intéressants, quoique plutôt artistiques que techniques, des fabricants d'appareils pour appartements (lustres, bronzes, etc.); appareils de mesures et compteurs représentés en particulier par la maison Rousselle et Tournaire, qui expose toute la série des appareils de mesures de Siemens, et par deux des principales maisons françaises pour la fabrication des compteurs, qui montrent un ensemble très complet de leur matériel;



produits divers utilisés par l'industrie électrique (huiles et lubrifiants, courroies, matières isolantes, etc.)

Deux des angles du Grand Palais sont réservés à des ensembles séparés : l'un contient l'exposition de l'Enseignement, où une trentaine d'écoles techniques de France et de l'étranger ont envoyé des appareils, des photographies et des graphiques; l'autre contient l'exposition rétrospective, où ont été groupés un grand



Plan de l'Exposition d'Électricité de Marseille.

nombre d'appareils anciens, dont quelques-uns rappellent des souvenirs d'un haut intérêt, parmi lesquels il suffit de citer la première dynamo à anneau de Paccinotti, les moteurs à champ tournant construits par Ferraris, un des alternateurs ayant servi au transport par courant triphasé de Laufen à Francfort.

Le Palais de la Traction (à côté du Palais de l'Énergie) contient tout ce qui est relatif aux tramways, aux chemins de fer et aux mines. Dans le domaine des tramways, on est arrivé à une telle uniformité dans le matériel et les moyens d'exploitation qu'il est difficile de montrer du nouveau. A signaler, à côté des types

classiques de moteurs et de voitures, un train à motrices multiples, ligne de Nice à Monte-Carlo. Le domaine des chemins de fer électriques est, au contraire, réservé à l'avenir; on pourrait l'appeler *la terre promise de l'industrie électrique;* la porte commence à s'entr'ouvrir, mais on ne sait ni quand ni comment se fera la grande invasion. On aurait pu s'attendre, dans ce domaine, à plus de nouveautés. On trouvera, cependant, des expositions très intéressantes : la Compagnie P.-L.-M. expose un des trucs moteurs de sa ligne de Chamonix, ainsi qu'un chasse-neige automoteur et des photographies qui le montrent en fonctionnement; elle expose aussi le dispositif de MM. Auvert et Ferrand pour l'utilisation du courant alternatif monophasé. D'autres expositions relatives à la traction électrique sont encore en installation. Dans la section des Mines, la Compagnie des Charbonnages des Bouches-du-Rhône expose une locomotive construite par les ateliers Thomson-Houston, destinée au transport du charbon à travers la galerie de 15^{km}, récemment achevée, qui relie le fond de sa mine avec Marseille, et qui lui servira à la fois à l'écoulement des eaux et au transport du charbon dans des conditions très avantageuses. La même Compagnie montre une des perforatrices électriques à courant triphasé qui lui ont servi au percement de cette galerie, ainsi qu'une haveuse électrique.

Le matériel de traction n'est d'ailleurs pas entièrement concentré dans ce palais : plusieurs des grandes maisons de constructions électriques exposent, dans le Palais de l'Énergie, leurs types de moteurs de traction et de contrôleurs. La maison Brown-Boveri expose, dans son stand du Palais de l'Énergie, un moteur monophasé à collecteur, avec réglage de la vitesse par déplacement des balais, et un dispositif complet pour l'éclairage électrique des trains. On a déjà cité le camion à accumulateurs Edison.

L'introduction des moyens industriels dans l'agriculture est sans doute un des gros problèmes dont l'avenir nous réserve la solution. La transformation, déjà commencée, sera certainement lente; il est probable que l'électricité y jouera un rôle important; elle a déjà résolu le problème capital de l'utilisation de l'azote atmosphérique pour la production des composés azotés. Au point de vue mécanique, il reste beaucoup à faire, puisque le moteur animal, et même humain, reste le plus employé en agriculture. Les applications de ce genre ont été centralisées dans le PALAIS DE L'AGRICULTURE, à droite de l'allée principale, et, à côté, dans la FERME MODERNISÉE. On ne trouvera, naturellement, pas grand'chose de nouveau au point de vue purement électrique : on n'a pas encore créé de types de moteurs ou d'appareillage spécialement adaptés aux besoins agricoles, mais on sera intéressé par les nombreuses machines agricoles mues par des moteurs électriques. Un grand nombre de ces appareils sont en fonctionnement dans la ferme modernisée, à laquelle on a donné l'aspect extérieur ordinaire des fermes de Provence, mais en la dotant de l'outillage électrique le plus complet et le plus varié. Les appareils les plus nombreux sont les pompes, dont on verra fonctionner une grande variété. Quelques-uns de ces appareils sont disposés de manière à pouvoir être actionnés soit par un moteur électrique faisant 1500 tours à la minute, soit par un manège à chevaux qui n'en fait que 2 ou 3, ce qui oblige à des combinaisons mécaniques un peu compliquées.

Les expositions des différents ministères ont été réparties entre les différents palais : celle du Ministère de l'Agriculture contient des appareils intéressants pour le jaugeage des débits de rivières et des maquettes de stations de jaugeage; on y a exposé aussi les plans de l'installation faite pour alimenter en eau, au moyen d'une pompe mue par un moteur électrique, un village du département du Var qui, jusqu'à ces derniers temps, n'avait d'autre eau potable, en été, que celle qu'on allait chercher dans des tonneaux à plusieurs kilomètres, et qu'on vendait fort cher. Cette installation est un bon exemple du parti que peuvent tirer, à peu de frais, les communes rurales des lignes de transport de l'énergie électrique qui traversent leur territoire; l'auteur de cet article a pu être témoin de la joie des habitants de ce village, qui arrêtaient les passants sur les routes pour leur annoncer cette grande nouvelle : depuis hier, l'eau coule à la fontaine, *on ne vend plus l'eau!*

L'exposition du Ministère des Postes et Télégraphes est placée au centre du Grand Palais; elle renferme un échantillon des divers appareils télégraphiques en service.

Le Ministère des Travaux publics expose, dans le Palais de l'Énergie, un très élégant modèle de phare à éclipses. Quant aux Ministères de la Guerre et de la Marine, ils exposeront dans le Grand Palais; il est impossible de parler ici de leurs expositions, parce que l'installation n'en est pas encore commencée.

Enfin, quelques constructions de moindre importance renferment des expositions d'un grand intérêt.

Dans le poste de radiotélégraphie, derrière le Palais de la Traction, la Société C. G. R. a installé un poste muni des appareils les plus récents, avec antenne en éventail supportée par deux pylônes de 30^m de haut. Ce poste peut communiquer avec la tour Eiffel. Des expériences de téléphonie sans fil y ont été faites récemment par M. de Forest.

La VILLA MODERNE (à gauche de l'allée centrale), construite et meublée avec goût par la Société du Gaz et Électricité de Marseille, contient un exemple de toutes les applications qui peuvent contribuer au confort d'une maison : ascenseur électrique, nettoyage par le vide, éclairage, cuisine et chauffage électrique, y compris le tapis et l'édredon chauffants.

Le service des illuminations a été particulièrement soigné; on y a fait un emploi judicieux de tous les modes actuellement employés d'éclairage électrique; quelques effets très heureux ont été obtenus en utilisant la lumière bleuâtre de la lampe à vapeur de mercure opposée à la teinte plus chaude de la lampe à incandescence. Les inévitables fontaines lumineuses décorent la façade du Palais de l'Énergie; elles ne feront pas oublier le souvenir de celles de l'Exposition



de 1889, qui avaient pour elles le mérite de la nouveauté, et que nous avons pu admirer avec des yeux moins âgés de 20 ans.

Tels sont, sommairement indiqués, les points qui ont paru les plus saillants dans cette Exposition. J'ai pensé qu'une description d'ensemble serait plus intéressante, pour les lecteurs de cette *Revue*, qu'une énumération complète, mais forcément monotone et ennuyeuse, des exposants et des objets exposés. Le fait que le nom de plusieurs des plus importantes maisons qui ont exposé ne figure même pas dans cet article indique assez que je n'ai pas eu l'intention d'être complet. J'ai voulu seulement essayer d'indiquer comment sont groupés les objets exposés et de permettre à chacun de trouver facilement dans ce très vaste ensemble ce qui l'intéresse particulièrement.

Ch. FABRY,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Marseille.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêté complétant les dispositions de l'arrêté du 8 mai 1901, relativement aux conditions d'établissement et d'entretien des lignes téléphoniques d'abonnement. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu l'article 1er du décret-loi du 27 décembre 1851 ;
Vu l'article 2 de la loi du 21 mars 1878 ;
Vu la loi du 5 avril 1878 ;
Vu le décret du 7 mai 1901 ;
Vu l'arrêté du 8 mai 1901 ;
Sur la proposition du Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes,

Arrête :

ART. 1er. — Le texte de l'article 22 de l'arrêté du 8 mai 1901 est complété comme suit :

§ A. — *Lignes aériennes.*

4° Pour les lignes établies à trois fils, 25fr par hectomètre de ligne triple posée ou utilisée.

§ B. — *Lignes souterraines en égout, galerie ou tranchée et lignes en câbles sous plomb.*

4° Pour les lignes établies à trois fils, 75fr par hectomètre de ligne triple posée ou utilisée.

ART. 2. — Le texte de l'article 36 de l'arrêté du 8 mai 1901 est complété comme suit :

§ A. — *Lignes aériennes.*

3° Pour les lignes établies à trois fils, 2fr,50 par hectomètre de ligne triple.

§ B. — *Lignes souterraines en égout, galerie ou tranchée et lignes en câbles sous plomb.*

3° Pour les lignes à trois fils, 5fr par hectomètre de ligne triple.

ART. 3. — Les dispositions du présent arrêté seront mises en vigueur à partir du 1er juillet 1908.

ART. 4. — Le Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera inséré au *Journal officiel*.

Fait à Paris, le 9 avril 1908.

L. BARTHOU.

(*Journal officiel*, 3 juillet 1908).

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements. — Par arrêtés du 3 juin 1908 (*Journal officiel* du 6 juin 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans les départements de la Manche, de Meurthe-et-Moselle.

Par arrêté du 3 juin 1908 (*Journal officiel* du 11 juin 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans le département de la Haute-Loire.

Par arrêtés du 5 juin 1908 (*Journal officiel* du 11 juin 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans les départements de la Mayenne, de Tarn-et-Garonne, des Vosges.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'assemblées générales. — *Compagnie générale d'Électricité de Lourenço-Marquès.* Assemblée ordinaire le 20 juillet, 2h, 36, rue Tronchet, Paris.

Société générale de Gaz, d'Eaux, d'Électricité. Assemblée ordinaire le 30 juillet, à 11h, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Compagnie électrique de Menton. — Assemblée extraordinaire le 17 juillet, 11 heures, 9, rue Pillet-Will, Paris. Ordre du jour : Modifications aux statuts.

L'Énergie industrielle. — Assemblée extraordinaire le 9 juillet, à 10h,19, rue Auber, Paris. Ordre du jour : Approbation d'un traité.

Nouvelle installation d'éclairage électrique. — Ville dans laquelle une installation électrique est projetée :

BASTIA (Corse). — Le maire de la ville de Bastia a l'honneur de porter à la connaissance des intéressés que, le traité de concession de l'éclairage de la ville venant à expiration le 31 décembre 1911, il recevra toutes propositions émanant de sociétés ou de particuliers concernant l'éclairage de la ville par le gaz ou l'électricité.

Société des forces électriques de la Goule à Saint-Imier. — Du rapport présenté par le Conseil d'Administration à l'assemblée générale ordinaire du 27 avril 1908, nous extrayons ce qui suit :

Le compte de Construction est en augmentation de 64436fr,36.
Le compte d'Immeubles est en augmentation de 21550fr,69.

ABONNEMENTS.

Lumière.

État des abonnements.	Nombre de lampes.	Nombre de bougies.	Devant produire une recette de fr
31 décembre 1907	10049	166052	164503,90
31 décembre 1906	14253	149064	148164,65
Augmentation	1796	16988	16339,25

Force.

État des abonnements.	Force abonnée.	Devant produire une recette de fr
31 décembre 1907	1776 HP	232594,10
31 décembre 1906	1514 »	204665,70
Augmentation.............	262 HP	27928,40

Appareils divers.

État des abonnements.	Nombre d'appareils.	Devant produire une recette de fr
31 décembre......................	233	3382,25
31 décembre 1906	188	3168,65
	45	213,60

ce qui donne un total de recettes en plus de 44481fr 25.

Profits et Pertes.

	fr
Le solde du compte de Profits et Pertes est de...	117809,22
D'après l'article 25 des statuts, nous devons prélever 10 pour 100 au fonds de réserve	11780,00
Reste à votre disposition..................	106029,22

La station de réserve nous a coûté 66443fr,29 contre 88142fr,55 en 1906 et nos recettes d'exploitation se sont montées à 377661fr,49 contre 338361fr,80 en 1906.

Nous vous proposons de répartir un dividende de 5 pour 100 au capital actions, soit	100000fr,00
A porter à compte nouveau	6029fr,22

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Passif.

	fr
Concession	277000,00
Immeubles (assurances 385000fr)	500678,56
Travaux d'art	513014,88
Travaux mécaniques	222516,48
Travaux électriques	1490948,34
Mobilier	20082,49
Bureau technique	7086,84
Usine de la Goule	22308,50
Electromoteurs et compteurs	28234,40
Moteurs en location	9855,65
Marchandises	50142,78
Débiteurs divers	1360316,06
Combustibles	23152,90
Effets à recevoir	3085,90
Titres	189500,00
Caisse	21011,81
Poteaux injectés	9210,40
Commission d'emprunts	26000,00
Station de réserve (assurance 228300fr)	547417,53
	5321563,52

Avoir.

Capital actions	2000000,00
Capital obligations	1189000,00
Créanciers divers	217789,57
Compte d'attente	2305,53
Provision des annuités	77010,00
Fonds d'amortissement et de renouvellement..	564000,00
Fonds de réserve	97200,00
Compte d'ordre à la disposition des actionnaires.	30000,00
Fonds de retraite	12525,00
Coupons non encaissés	1031,20
Banque cantonale de Berne, emprunt provisoire.	1012893,00
Profits et Pertes	117809,22
	5321563,52

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Doit.

Provision des annuités	101450,00
Frais d'exploitation et frais généraux	108110,30
Frais d'exploitation de la station de réserve...	66443,29
Frais de réfections	3581,50
Commission d'emprunts	1524,50
Commission de banques et change	646,65
Dépréciation sur installations	19000,00
Dépréciation sur mobilier	2000,00
Compte d'ordre à la disposition des actionnaires.	17086,97
Fonds de retraite	2000,00
Solde	117809,22
	439652,43

Avoir.

	fr
Exploitation, force et lumière	377661,49
Bénéfice sur installations lumière, moteurs, appareils, location et vente des moteurs.......	25574,15
Bénéfice sur marchandises	775,00
Location de compteurs	2594,30
Loyer des immeubles	5870,25
Escompte et change	985,81
Intérêts, solde du compte	23565,35
Divers	2626,08
	439652,43

Avis commerciaux. — DOCUMENT PUBLIÉ PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR [1]. — N° 719. Possessions anglaises d'Océanie : *Confédération australienne.* — Commerce général 1905-1906-1907.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 22 juin au 3 juillet 1908, ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
22 juin	58 5 »	59 15 »
23 »	58 » »	59 15 »
24 »	58 » »	59 15 »
25 »	57 7 6	59 » »
26 »	57 2 6	59 » »
29 »	56 10 »	58 10 »
30 »	56 15 »	58 15 »
1 juillet..........	56 15 »	58 5 »
2 »	56 2 6	58 » »
3 »	56 5 »	58 5 »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Avis d'adjudication.

Le 31 juillet 1908, à 10 heures du matin, il sera procédé, à Paris, rue de Grenelle, n° 103, à l'adjudication publique d'une **fourniture de fils de bronze et de cuivre (12 lots).** Les demandes d'admission à cette adjudication devront être parvenues au Sous-Secrétariat d'État des Postes et des Télégraphes avant le 21 juillet 1908.

On pourra prendre connaissance du cahier des charges rue de Grenelle, n° 103 (direction du matériel et de la construction, 1er bureau), tous les jours non fériés, de 10h à midi et de 3h à 5h, dans les bureaux télégraphiques centraux des chefs-lieux de département, ainsi qu'au Syndicat professionnel des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

AVIS.

A céder :

Secteur électrique dans ville importante de l'Ouest. Recettes : 10000 fr. pour lumière et force motrice, et 25000 fr. d'installations particulières. Grand avenir de développement.

Maison d'installations dans ville banlieue de Paris à céder de suite. Très bas prix. Facilités de paiements. Affaire exceptionnelle.

A vendre (*voir* page V des ANNONCES).

(*S'adresser au Secrétariat du Syndicat des Usines d'électricité.*)

[1] Ce document est tenu à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

Tome X. **N° 110. — 30 juillet 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Obligé d'augmenter, au moment de mettre sous presse, le nombre des pages prévues pour la rubrique « Variétés-Informations », il nous faut considérablement écourter cette Chronique. Et comme l'une des causes de cette modification est l'insertion de la Note sur le Congrès international des Applications de l'électricité, qu'on trouvera page 80, appelons immédiatement l'attention de nos lecteurs sur ce Congrès, qui s'annonce comme devant être des plus intéressants, tant par les nombreux Rapports qui y seront présentés que par les visites et excursions qui seront faites pendant sa durée.

Dans l'impossibilité de mettre aujourd'hui en relief les points saillants des divers articles publiés dans ce numéro, nous reviendrons plus tard sur quelques-uns d'entre eux. Signalons toutefois celui de M. Woodbridge sur les **Commutatrices** (p. 50 et suiv.), où l'on trouvera des considérations pratiques sur le fonctionnement de ces appareils. L'auteur y montre que l'addition de trois bagues collectrices aux commutatrices à courants triphasés, ce qui porte à six le nombre total des bagues et a fait qualifier ces machines d'*hexaphasées*, permet d'augmenter de 40 à 50 pour 100 la puissance nominale des commutatrices. Il fait voir ensuite que le démarrage de ces machines par le côté alternatif, fort pratiqué aux États-Unis, n'apporte aucun trouble sérieux dans le réseau d'alimentation; il passe enfin à l'étude du compoundage, qu'il discute très complètement.

Dans les **électro-aimants à courant alternatif**, la force électromotrice du courant d'excitation doit avoir, pour vaincre la force contre-électromotrice produite dans l'enroulement par les fluctuations du flux à travers le noyau, une valeur importante. Il en résulte que la puissance apparente nécessaire à l'excitation est elle-même considérable. M. Kræmer calcule cette puissance (p. 63) en la rapportant à une force portante de 1^{kg} et à un entrefer de 1^{cm}, et trouve qu'elle est égale au produit de la fréquence par 1,25, soit 62,5 volts-ampères pour la fréquence usuelle de 50 périodes par seconde; suivant l'auteur, cette consommation exagérée rend impossible l'utilisation des électro-aimants à courant alternatif de quelque puissance.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2h à 4h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8h à midi et de 1h30 à 5h.

Procès-verbal de l'Assemblée générale extraordinaire du 10 juillet 1908.

Présidence de M. Meyer-May.

La séance est ouverte à 3h10m.

Sont présents ou votent par correspondance : MM. Alliot, Amiot, Ancel, André et Lemaire, Angelle, Ansot, Armengaud, Armet, Arnoux, Azaria, Bainville, Bakx, Ballereau, Bancelin, Barbier, Bellanger, Bisson, Bizet, Bocuze et Cie, Boisserand, Bosshard, Boudreaux, Bouilhet, Bouillet, Bour, de Bovet, Brault, Brianne, Bureau technique de surveillance et de vérification des installations d'électricité et de gaz de la ville de Nantes, Burgunder, Alexis Cance, Albert Cance, Carpentier, Cauchepin et fils, Champion, Chateau, Chaussenot, Chauvin, Chaynes, Clerc, Coirard et Richard, Compagnie générale d'électricité, Compagnie générale électrique de Nancy, Compagnie des tréfileries du Havre, Conrad, Constantin, Cordier, Courtant, Crampon, Darras, David, Debray, Delafon, Delaporte, Delore, Descôtes, Desgranges, Destriau, Devilaine et Rougé, Digard, Dinin, Dotal, Dreyfus, Ducastel-Blandin, Ducommun, F. Ducretet et E. Roger, Dumartin, Erlacher, Eschwége, Espir, Estrade, Étienne, Eurieult, Fauchon-Villeplée, Fauvin, Fontaine, de la Fontaine-Solare, Frager, de France, Galey frères, Gaudet, Genteur, Geoffroy, Getting, Gibert, Giessen, Gin, Giros, Gobert, Grammont, Grivel, Grivolas, Grosselin, Grunberg, Guénée, Guénet, Guérin, Guillain, Harlé, Heinrich et Cie, Heinz, Heller, Henneton, Henry-Lepaute, Hérard, Hillairet, Hirtz, Huguet, Hussenot et Raynaud, Jacquemin, Jacquet frères, Japy frères et Cie, Jarriant, Javaux, Koch, Lacaze, Lacretelle, Larnaude, Laurent, de La Ville Le Roulx, Léauté, Le Baron, Leclanché, Lecomte, Legendre, Legouez, Lejeune, Lembké, Leroy, Lévêque, Lévi, Lhermitte, de Loménie, Loppé, Loucheur, Main, Mambret, Manufacture française de gros appareillage électrique, Martin, Martine, Martineau, Léon Mascart, B. de la Mathe, Meunier, Georges Meyer, Ferdinand Meyer, Marcel Meyer, Meyer-May, Michalon, Auguste Michel, Charles Michel, Miérisch, Mildé, Minssart, Mondon, Morand, Morel, Mors, Neu, Neys et Cie, Pacini, Achille Parvillée, Louis Parvillée, Pascal, Paz et Silva, Pellissier, Petsche, Petitalot, Pornon, Portevin, Préel, Priestley, Quillon, Rau, Redouté, Reiss, Renaud, Rey, de Ribes-Christofle, Richemond, Riegel, Robard, Robert, Roche-Grandjean, Rousselle et Tournaire, Routin, Sack, Sautter, Schwarberg, Sciama, Séguin, Serrin, Sidot, Simonet, Société anonyme des anciens établissements Teisset-Chapron et Brault frères, Société anonyme des établissements Adt, Société d'électricité de Paris, Société électrique de l'Ouest, Société générale de distribution d'énergie électrique, Société hydro-électrique du Guiers, Société « l'Éclairage électrique », Sosnowski, Szarvady, de Tavernier, Thévenard, Thomas, Thurnauer, Tissot, Tollet, Tourtay, Tricoche, Turenne, Veaudeau, Vedovelli, Véry, Vésier, Victor, Wehrlin, Weissmann, Wich, de Woyciekhowski, Zetter, Gustave Ziegler.

Se sont excusés : MM. Bardon, Berne.

L'Assemblée générale est appelée à statuer sur les modifications que la Chambre Syndicale propose d'apporter aux statuts approuvés par l'Assemblée générale du 7 février 1899.

Le texte de ces modifications a été adressé à tous les adhérents du Syndicat, afin que chacun d'eux puisse présenter ses observations à l'Assemblée générale.

M. le Président dépose sur le bureau les bulletins de vote par correspondance.

MM. Bancelin, Legendre, Achille Parvillée, Sidot sont désignés comme scrutateurs.

Le scrutin est ouvert.



RAPPORT DU PRÉSIDENT.

Mes chers Collègues,

Dans mon Rapport à la dernière Assemblée générale ordinaire, je vous rappelais qu'une Commission de notre Chambre Syndicale s'occupait de la modification de nos statuts et je vous faisais part de notre espoir de vous réunir avant les grandes vacances pour voter ce projet de modification.

Nous avons tenu parole. Grâce à la bonne volonté des membres de cette Commission, grâce au dévouement et à la compétence particulière de l'un d'eux, M. de Loménie, qui a rédigé le projet primitif, grâce aux conseils éclairés de MM. Gaston Mayer, avocat au Conseil d'État, Carpentier, avocat à la Cour d'appel, et Pinot, secrétaire de l'Union des Industries métallurgiques et minières, nous arrivons enfin au but poursuivi depuis plusieurs mois.

Principales modifications introduites dans les Statuts.

Notre projet n'est peut-être pas à l'abri des critiques; nous avons pourtant fait de notre mieux pour qu'il donne satisfaction aux nombreux desiderata qu'avaient exprimés, depuis plusieurs années, la plupart de nos collègues.

Il nous donne cette augmentation de ressources dont le besoin vous a déjà été signalé, en particulier lors des séances constitutives des sections professionnelles.

Il distingue entre les *établissements adhérents* et les *adhérents en nom personnel* et n'impose de nouvelles charges qu'aux premiers. Afin de bien préciser quels sont les établissements ainsi imposés, un projet de règlement intérieur, sur certaines dispositions duquel vous aurez aussi à voter, stipule que nous ne considérons comme *établissements adhérents* que ceux qui *construisent* et ceux qui *installent* le matériel électrique.

Ces nouvelles charges, que nous demandons à ces établissements, auraient pu figurer d'une façon précise aux statuts. Nous avons préféré réserver la possibilité de les fixer chaque année, en prévision de tels événements qui, nous ayant amenés à dépasser exceptionnellement nos ressources dans le courant d'un exercice, nous forceraient à augmenter les subventions de l'exercice suivant pour « boucher le trou ».

C'est pourquoi le tarif de ces subventions figure, non pas aux statuts, mais au règlement intérieur; il comporte un certain minimum et un certain maximum entre lesquels il varie suivant l'importance des établissements, importance mesurée par le chiffre du personnel occupé dans la branche « Électricité » de ces établissements.

Notre projet consacre l'existence, depuis longtemps jugée nécessaire, des sections professionnelles et détermine la manière dont ces sections procéderont à l'élection de leurs représentants à la Chambre Syndicale.

Il était indispensable, et notre projet n'aurait pu aboutir sans cela, de reconnaître aux grosses maisons, à celles dont la subvention sera importante, une certaine prépondérance dans les votes relatifs à ces élections.

Cette condition a été réalisée d'une manière très modérée puisque le nombre des voix dont peut disposer un établissement dans une section ne dépassera jamais 3, quelle que soit l'importance de cet établissement.

Le projet règle aussi la répartition des sièges de la Chambre entre les sections; et vous ne pouvez manquer de trouver absolument justifiée la disposition par laquelle les sections dont les subventions totalisées seront les plus importantes seront aussi celles qui disposeront du plus grand nombre de sièges.

Enfin, vous avez certainement tous approuvé le renouvellement annuel par tiers des membres de la Chambre, au lieu de l'ancien renouvellement intégral tous les 3 ans.

Telles sont les principales modifications introduites dans nos statuts. Vous avez à voter sur leur adoption, et aussi sur certaines dispositions qui, aux termes mêmes de ces nouveaux statuts, doivent impérativement figurer au règlement intérieur dont l'établissement est confié à la Chambre Syndicale.

Sections professionnelles.

Vous avez tout d'abord à déterminer le nombre et la composition des sections. Notre projet en prévoit sept; les six premières sont identiques à celles qui existaient jusqu'ici; elles comprennent ce que nous avons appelé précédemment les *établissements adhérents*; la septième comprend tous les *adhérents en nom personnel* qui sont dispensés du paiement des subventions. C'est sur la demande de nos Conseils juridiques que nous avons groupé en une seule section ces adhérents en nom personnel.

Mais il ne vous échappera pas que la formation de sous-sections ou de commissions est toujours possible, pour grouper d'une façon permanente, ou pour l'étude de certaines questions, les adhérents de même spécialité.

Subventions proportionnelles.

En second lieu, vous devez fixer le tarif des subventions. Celui qui vous est proposé comporte le payement de $0^{fr},25$ par ouvrier ou employé. C'est le taux qui nous a paru nécessaire pour arriver à doubler à peu près nos ressources; c'est aussi celui qu'a adopté l'an dernier le Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs. C'est enfin un taux dont l'application nous a semblé conduire aux résultats les plus acceptables par tous; c'est ce qui nous l'a fait adopter.

Nous vous proposons un minimum et un maximum; voici pourquoi :

Le minimum est nécessaire pour établir une certaine différence entre les *établissements adhérents* (qui payeront ainsi au Syndicat 30^{fr} au minimum) et les *adhérents en nom personnel,* qui continueront à payer 24^{fr}. Cette différence est justifiée, car on peut dire qu'en dehors du Bulletin toutes les manifestations de notre Syndicat, tous ses efforts, ont pour but la sauvegarde des intérêts des *établissements adhérents*. Ce minimum nous dispensera en outre d'obliger les petites maisons à des déclarations trop précises, qui pourraient leur

sembler gênantes, au sujet du nombre de leurs employés et ouvriers. Telle qui regrettera d'être obligée de nous dire : « Je n'occupe que 3 ouvriers et 2 employés », ne verra aucun inconvénient à annoncer tout bonnement un personnel inférieur à 24 personnes.

Pourquoi fallait-il un maximum? Tout simplement, Messieurs, parce que les grosses, très grosses maisons, celles dont la subvention aurait été considérable si aucun maximum n'avait existé, sont aussi celles dont la puissance leur permettrait peut-être de se passer le plus facilement de l'appui d'un syndicat. Et j'en sais qui resteront parmi nous, plus par esprit de solidarité que par intérêt, si vous ne leur demandez pas des sommes extravagantes, tandis qu'elles nous auraient peut-être quittés, si vous les aviez taxées d'après le nombre total de leurs ouvriers. D'ailleurs, nous n'avons fait, là encore, que reproduire une disposition que nous avons trouvée dans d'autres statuts de syndicats, en particulier dans ceux des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs.

Les considérations que je viens de développer nous ont amenés également à autoriser une maison à limiter au maximum unique voté par l'Assemblée générale le montant de ses subventions, alors même qu'elle serait inscrite dans plusieurs sections. Mais il était alors juste de tenir compte de ce fait dans la fixation du nombre des voix attribuées à cette maison dans chacune de ces sections. C'est ce que détermine le dernier paragraphe du futur article 2 du règlement intérieur.

Composition de la Chambre Syndicale.

Enfin, vous avez à fixer le nombre des membres de la Chambre Syndicale qui va être élue au début de 1909. Le chiffre de 42 n'a pas été établi à la légère.

Vous savez que la Chambre actuelle comprend 35 membres élus et qu'en outre les anciens présidents du Syndicat font de droit partie du bureau. Nos anciens présidents sont actuellement au nombre de 9, y compris notre éminent Président honoraire. Parmi ceux-ci, la plupart occupent toujours à la tête des maisons qu'ils représentent des situations actives; d'autres ont, au contraire, cessé de s'occuper personnellement d'affaires, et jouissent d'un repos bien gagné par de longues années de travail. Il eût été injuste, ingrat, de nous priver des conseils éclairés de ces derniers. Mais pouvait-on leur donner dans les délibérations de la Chambre Syndicale un droit de vote analogue à celui dont disposent les industriels en activité de service? Assurément non. C'est pourquoi vous avez trouvé dans les nouveaux statuts une clause qui maintient aux anciens présidents, dans la Chambre Syndicale, la place d'honneur à laquelle ils ont droit, mais avec voix consultative; ils auront, au contraire, voix délibérative s'ils ont été désignés comme délégués à la Chambre par la section à laquelle ils appartiennent, ce qui ne saurait arriver qu'à ceux d'entre eux qui sont encore sur la brèche.

C'est pour vous permettre, Messieurs, de renvoyer à la Chambre Syndicale, comme délégués actifs, plusieurs de nos anciens présidents, en plus du nombre actuel des membres de cette Chambre, que nous avons proposé de porter son effectif à 42. Il est à remarquer que, pour appliquer facilement les articles 10 et 11 des nouveaux statuts, il fallait que le nombre choisi fût un multiple de 3.

J'ai fini, mes chers Collègues, et je m'excuse d'avoir retenu si longtemps votre attention.

Si, comme je l'espère, vous votez les dispositions qui vous sont soumises, vous aurez, je le crois, fait œuvre utile, et contribué, par la nouvelle force qui en résultera pour notre Syndicat, au développement et à la prospérité de l'Industrie électrique française.

Résultat du dépouillement du scrutin.

Personne ne demandant la parole, M. le Président met successivement aux voix les quatre résolutions suivantes, après avoir rappelé que, conformément à l'article 27 des statuts, les modifications proposées doivent être votées à la majorité absolue sur un nombre de votants représentant au moins la moitié des membres du Syndicat, qui compte actuellement 305 adhérents.

Deux bulletins de vote par correspondance sont déclarés nuls : l'un parce qu'il est anonyme, l'autre parce qu'il contient des réserves.

Première Résolution.

« *L'Assemblée générale, délibérant dans les conditions de l'article 27 des statuts,*

» *Après avoir pris connaissance des modifications aux statuts du Syndicat professionnel des Industries électriques arrêtées, pour lui être soumises, par la Chambre Syndicale, dans sa séance du 10 juin 1908, approuve et adopte lesdites modifications et déclare, en conséquence, les statuts* (¹) *désormais établis conformément au texte qui en résulte. Ce texte, après avoir été visé par le bureau de l'Assemblée, demeurera annexé au procès-verbal de la séance.* »

Nombre de votants	221
Majorité absolue	111
Pour l'adoption	205
Contre	16

L'Assemblée générale a adopté.

Deuxième Résolution.

« *L'Assemblée générale,*

» *Vu la disposition proposée par la Chambre Syndicale, suivant délibération en date du 10 juin 1908, à l'effet de déterminer, conformément à l'article 10 des statuts modifiés, le nombre et la composition des sections professionnelles, approuve cette disposition devant constituer, en conséquence, l'article premier du règlement intérieur du Syndicat.* »

Nombre de votants	221
Majorité absolue	111
Pour l'adoption	204
Contre	17

L'Assemblée générale a adopté.

(¹) Les nouveaux statuts paraîtront dans *La Revue électrique* du 15 août.



Troisième Résolution.

« *L'Assemblée générale,*

» *Vu la proposition présentée par la Chambre Syndicale, suivant délibération du 10 juin 1908, à l'effet de fixer, conformément à l'article 8 des statuts modifiés, et pour être mis en vigueur en 1909, le tarif des subventions proportionnelles, approuve le tarif tel qu'il lui est proposé; inscription en sera faite au règlement intérieur du Syndicat, sous l'article 2.* »

Nombre de votants	220
Majorité absolue	111
Pour l'adoption	198
Contre	22

L'Assemblée générale a adopté.

Quatrième Résolution.

« *L'Assemblée générale,*

» *Décide, conformément aux articles 9 et 10 des statuts modifiés, de fixer à 42 le nombre des membres devant former la Chambre Syndicale, à partir de l'année 1909.* »

Nombre de votants	220
Majorité absolue	111
Pour l'adoption	212
Contre	8

L'Assemblée générale a adopté.

L'ordre du jour étant épuisé et personne ne demandant la parole, la séance est levée à 3h45m.

Le Secrétaire Général,
DE LA FONTAINE-SOLARE.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Décret instituant une Commission interministérielle pour l'étude des questions relatives aux adjudications des travaux publics et nommant les membres de cette Commission, p. 75.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Telegraphes. — Arrêtés organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements, p. 76.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 79. Tableau des cours du cuivre, p. 79.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance du 8 juillet 1908 de la Commission de Législation et Réglementation.

Présents : M. Brylinski, président du Syndicat; M. de Loménie, président de la Commission; M. Fontaine, secrétaire général; M. Eschwège.

Absent excusé : M. Ticier.

PROJET DE LOI SUR LA RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL (Horaires industriels). — M. le Secrétaire rend compte des conditions dans lesquelles la Chambre Syndicale est intervenue à la Chambre des Députés relativement à la réglementation des horaires industriels. Il donne lecture de la discussion de la séance de la Chambre des Députés du 25 juin 1908, dans laquelle M. Dron a donné connaissance à la tribune de la lettre écrite par M. le Président au nom de la Chambre Syndicale.

M. le Secrétaire général indique, d'autre part, que la loi telle qu'elle a été adoptée finalement par la Chambre des Députés donne satisfaction aux demandes des industriels d'avoir tous les horaires généraux nécessaires selon les catégories d'ouvriers, sans avoir recours à des listes nominatives spéciales, et que, d'un autre côté, si l'on a obtenu que des circonstances atténuantes puissent être admises pour toutes les contraventions, il n'a pas encore été distingué par la Chambre des Députés entre les contraventions relatives aux violations d'horaires simples sans excéder la durée du travail et celles pour durée de plus de 10 heures de travail.

Pour cette question, ainsi que pour les horaires, l'admission des usines à marche continue est une donnée nouvelle intéressante et des plus utiles pour notre industrie.

Comme question générale du principe, il a été demandé que la loi de 10 heures ne soit pas appliquée avant qu'une conférence internationale en ait décidé l'application pour tous les États industriels d'Europe et que cette application ait été même fixée par date, l'ensemble de ces dispositions étant de nature à ne pas laisser concurrencer nos industries par des conditions plus favorables dans les industries étrangères.

CAHIER DES CHARGES TYPE. — M. le Président rappelle qu'à la suite des remarques faites par la Chambre Syndicale différents errata ont été reconnus nécessaires au cahier des charges tel qu'il avait paru au *Journal officiel*. Ces errata portent principalement sur les articles 22 et 23 ainsi que sur la consultation préalable prise près du Conseil d'État.

L'ensemble de ces errata a été publié successivement dans *La Revue électrique*, numéros des 15 juin et 15 juillet.

Deux nouveaux règlements d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 paraîtront ultérieurement : l'un donnant un cahier des charges type pour les concessions d'État, et l'autre le cahier des charges pour les transports d'énergie.

PATENTES. — M. le Secrétaire général rend compte des conditions dans lesquelles le Mémoire relatif à la patente a été discuté dans la dernière séance de la Commission contentieuse intersyndicale. Il fait part de la Note qui sera annexée, à titre économique, à la consultation juridique préparée par les avocats.

RÉPONSE A UNE QUESTION POSÉE PAR UN ADHÉRENT RELATIVEMENT AU DROIT DE CONTROLE. — M. le Président donne lecture d'une lettre contenant des demandes concernant la longueur des lignes soumises au contrôle et aux frais de contrôle.

La Commission étudie les réponses à faire aux questions posées.

PROJET DE STATUTS D'ASSOCIATION POUR L'ACHAT EN COMMUN DE LAMPES A INCANDESCENCE. — M. le Secrétaire général rend compte des divers avis qui sont arrivés à cet égard. La Commission les examine et ratifie l'envoi qui en a été fait à M. Dusaugey, rapporteur de la Commission intersyndicale.

La Commission s'ajourne au mois d'octobre prochain, sauf nécessités urgentes.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 juillet 1908.

1° *Membres actifs.*

MM.

Cuny (Théophile), Directeur de l'usine électrique de Monthairons, à Dieue (Meuse), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Gotchaux (Émile), Directeur commercial du Sud-Lumière, 87, boulevard Saint-Michel, à Paris, présenté par MM. Javal et Renou.

2° *Membre correspondant.*

Troyes (Félix), Propriétaire de la station centrale de Samatau, Avocat, Juge suppléant au Tribunal civil de Lombez, à Samatau (Gers), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

3° *Usine.*

Usine électrique de Monthairons (Meuse).

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'Électricité à Paris.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

TRANSFORMATEURS.

La dispersion dans les transformateurs à courants alternatifs et les moteurs à collecteur, par W. ROGOWSKI et K. SIMONS (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 28 mai et 4 juin 1908, p. 535 à 564). — De nombreux travaux ont été publiés sur cette question en ces dernières années; la plupart des auteurs ont traité le problème relativement aux flux de force, le nombre d'auteurs qui ont utilisé les coefficients d'induction mutuelle et de self-induction est beaucoup plus petit. Les auteurs traitent le problème par les deux méthodes et arrivent à un accord satisfaisant.

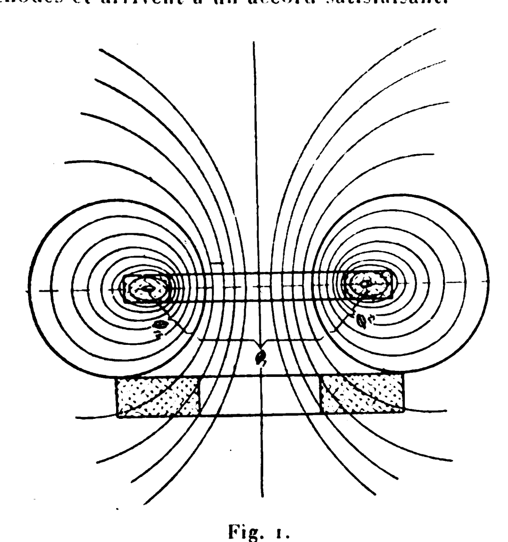


Fig. 1.

Soient (*fig.* 1) :

Φ_{1s} le nombre de lignes de force traversant seulement le primaire;

Φ_{2s} le nombre de lignes de force traversant seulement le secondaire;

Φ_1 le nombre de lignes de force du champ primaire fictif, qui traverserait l'enroulement secondaire si le courant dans cet enroulement était nul;

Φ_2 le nombre de lignes de force du champ secondaire dans les mêmes conditions.

On écrit en général $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ pour la valeur momentanée du champ commun.

Les équations pour le transformateur à circuit ouvert sont :

$$(1)\quad \begin{cases} \text{Primaire I : } E_{1t} = N_1 f_1 \dfrac{d\Phi_1}{dt} + N_1 f_{1s} \dfrac{d\Phi_{1s}}{dt}, \\ \text{Secondaire II : } E_{2t} = N f_{1.2} \dfrac{d\Phi_1}{dt}; \quad J_2 = 0, \end{cases}$$

f étant le facteur de bobine qui tient compte de la différence de flux dans le primaire et le secondaire.

Les équations (1) peuvent encore s'écrire :

$$(2)\quad \begin{cases} E'_{1t} = N_1 f_{2.1} \dfrac{d\Phi_2}{dt}, \qquad J_1 = 0, \\ E'_{2t} = N_2 f_2 \dfrac{d\Phi_2}{dt} + N_2 f_{2s} \dfrac{d\Phi_{2s}}{dt}; \end{cases}$$

la dispersion primaire est égale à

$$(3)\quad \frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_1 [(f_1 - f_{1.2})\Phi_1 + f_{1s}\Phi_{1s}]\, 10^{-8},$$

la dispersion secondaire est égale à

$$\frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_2 [(f_2 - f_{2.1})\Phi_2 + f_{2s}\Phi_{2s}]\, 10^{-8}.$$

Nous appellerons les termes

$$\frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_1 f_{1s} \Phi_{1s} 10^{-8}$$

et

$$\frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_2 f_{2s} \Phi_{2s} 10^{-8}$$

coefficients de dispersion simples, et les termes

$$\frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_1 (f_1 - f_{1.2}) \Phi_1 10^{-8}$$

et

$$\frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_2 (f_2 - f_{2.1}) \Phi_2 10^{-8}$$

coefficients de dispersion doubles.

La connaissance de Φ_{1s} et Φ_{2s} ne suffit donc pas pour la détermination des flux de dispersion.

Les équations du transformateur en court-circuit (avec dispersion, mais sans pertes) sont :

$$(3)\quad \begin{cases} \text{I. } E_{1t} = f_1 N_1 \dfrac{d\Phi_1}{dt} + f_{2.1} N_1 \dfrac{d\Phi_2}{dt} + f_{1s} N_1 \dfrac{d\Phi_{1s}}{dt}, \\ \text{II. } \quad 0 = f_2 N_2 \dfrac{d\Phi_2}{dt} + f_{1.2} N_2 \dfrac{d\Phi_1}{dt} + f_{2s} N_2 \dfrac{d\Phi_{2s}}{dt}, \end{cases}$$

et il vient

$$(4)\quad E_1 = \frac{2\pi F}{\sqrt{2}} N_1 \left[\left(\frac{f_1 f_2}{f_{1.2}} - f_{2.1} \right) \Phi_2 + \frac{f_1 f_{2s}}{f_{1.2}} \Phi_{2s} + f_{1s} \Phi_{1s} \right] 10^{-8}.$$

Si nous appelons L_1, L_2 les coefficients de self-induction primaire et secondaire, M le coefficient d'induction mutuelle, il vient

$$L_1 = \frac{N_1}{N_2} M + S_1,$$

$$L_2 = \frac{N_2}{N_1} M + S_2;$$

S_1 et S_2 sont les coefficients d'induction de dispersion.

Les équations du transformateur ouvert deviennent

$$(5)\quad E_{1t} = \left(\frac{N_1}{N_2} M + S_1\right) \frac{dJ_1}{dt}, \quad E_{2t} = M \frac{dJ}{dt}, \quad J_2 = 0,$$

$$(6)\quad E_1 - \frac{N_1}{N_2} E_2 = 2\pi F J_1 S_1,$$

$$(7)\quad E'_2 - \frac{N_2}{N_1} E'_1 = 2\pi F J_2 S_2.$$

Les équations du court-circuit deviennent

$$(8)\quad \begin{cases} E_{1t} = \dfrac{N_1}{N_2} M \dfrac{dJ_1}{dt} + S_1 \dfrac{dJ_1}{dt} + M \dfrac{dJ_2}{dt}, \\ M \dfrac{dJ_1}{dt} + \dfrac{N_2}{N_1} M \dfrac{dJ_2}{dt} + S_2 \dfrac{dJ_2}{dt} = 0, \end{cases}$$

et il faut avoir

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{N_2}{N_1} + \frac{S_2}{M},$$

c'est-à-dire que

$$N_1 J_1 \gtreqless N_2 J_2,$$

suivant que l'on a

$$S_2 \gtreqless 0$$

et

$$E_1 = 2\pi F \left[S_1 + \frac{N_1^2}{N_2^2} S_2 \left(1 - \frac{S_2}{L_2}\right)\right] J_1$$
$$= 2\pi F \left(S_1 J_1 + \frac{N_1}{N_2} S_2 J_2\right);$$

et la tension de court-circuit est ainsi égale à la somme des tensions de dispersion, en supposant que les pertes dans le fer et le cuivre soient nulles. Les auteurs examinent le cas où cette condition n'est pas remplie; et arrivent à l'équation

$$E_1 = J_1 \sqrt{(2\pi F)^2 \left(S_1 + \frac{N_1^2}{N_2^2} S_2\right)^2 + \left(R_1 + \frac{N_1^2}{N_2^2} R_2\right)^2}.$$

On peut supposer que dans cette équation le terme R_2^2 est négligeable devant

$$(2\pi F L_2)^2 = \left[2\pi F \left(\frac{N_2}{N_1} M + S_2\right)\right]^2$$

ou que

S_2 est négligeable devant L_2.

Dans ces deux cas seulement, l'observation de la tension et du courant primaire permet d'obtenir la somme des tensions de dispersion.

Si les champs de dispersion existent seuls, que $N_1 J_1 = N_2 J_2$, et que le décalage entre J_1 et J_2 soit égal à 180°, on a

$$E_2 = J_2 \sqrt{(2\pi F S_2)^2 + R_2^2}$$

et

$$E_1 = J_1 \sqrt{(2\pi F S_1)^2 + R_1^2},$$

et il est possible de séparer les coefficients S_1 et S_2. Ces deux expressions sont exactes, même si la courbe du courant diffère de la sinusoïde, à la condition que la somme des ampères-tours soit nulle à chaque instant.

Si nous rapprochons les deux méthodes de calcul, il vient

$$(9)\quad \begin{cases} L_1 = \dfrac{N_1(f_1 \Phi_1 + f_{1s} \Phi_{1s})}{\sqrt{2} J_1} 10^{-8} \text{ henry } (J_1 \text{ en ampères}), \\ L_2 = \dfrac{N_2(f_2 \Phi_2 + f_{2s} \Phi_{2s})}{\sqrt{2} J_2} 10^{-8} \text{ henry}, \\ S_1 = \dfrac{N_1[(f_1 - f_{1.2})\Phi_1 + f_{1s} \Phi_{1s}]}{\sqrt{2} J_1} 10^{-8}, \\ S_2 = \dfrac{N_2[(f_2 - f_{2.1})\Phi_2 + f_{2s} \Phi_{2s}]}{\sqrt{2} J_2} 10^{-8}, \\ M = \dfrac{N_1 f_{2.1} \Phi_2}{\sqrt{2} J_2} 10^{-8} = \dfrac{N_2 f_{1.2} \Phi_1}{\sqrt{2} J_1} 10^{-8}. \end{cases}$$

Pour le transformateur sans dispersion on a

$$L_1 L_2 = M,$$
$$f_1 f_2 = f_{1.2} f_{2.1},$$
$$S_1 = S_2 = 0,$$
$$f_1 - f_{1.2} = f_2 - f_{2.1} = 0.$$

La dispersion double et le coefficient de dispersion négatif. — Considérons une bobine de longueur l, de largeur b, ayant un nombre de spires N et placée dans

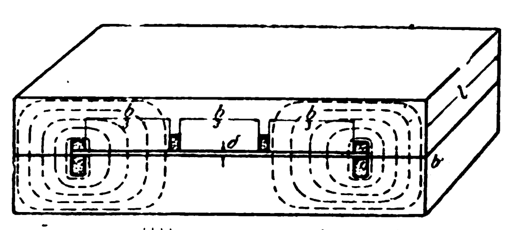


Fig. 2.

un paquet de fer de perméabilité infinie (*fig.* 2); un entrefer existe entre les deux côtés de la bobine. Une bobine secondaire ayant un même nombre de spires est placée sur le même noyau; $\frac{N}{2}$ spires embrassent la même largeur du paquet de fer, l'autre moitié prend seulement le tiers de cette largeur.

La distribution des lignes de force pour les bobines primaires et secondaires est donnée par la figure 2 dans le cas où le même courant circule dans les deux bobines, mais avec une direction inverse. Les lignes de force résultantes sont ainsi des lignes de dispersion; elles intéressent les deux enroulements, de là le nom de *dispersion double*.

Si l'entrefer est égal à δ, on a

$$\Phi_1 = \frac{0{,}4\pi N J_1 bl}{\delta}$$

et

$$\Phi_2 = \frac{2}{3} \frac{0{,}4\pi N J_2 bl}{\delta}.$$

Comme toutes les spires de la bobine primaire sont traversées par le flux Φ, on a

$$f_1 = 1;$$

par contre, on a

$$f_{1.2} = \frac{2}{3};$$

on trouverait également

$$f_2 = \frac{3}{4} \qquad \text{et} \qquad f_{2.1} = 1,$$

et par suite les coefficients de self-induction

$$L_1 = \frac{N_1(f_1\Phi_1 + f_{1s}\Phi_{1s})}{\sqrt{2}\,J_1}10^{-8} = \frac{0,4\pi N^2 b l}{\sqrt{2}\,\delta}10^{-8} \text{ henry},$$

$$L_2 = \frac{N_2(f_2\Phi_2 + f_{2s}\Phi_{2s})}{\sqrt{2}\,J_2}10^{-8} = \frac{3}{4}\,\frac{2}{3}L_1 = \frac{1}{2}L_1,$$

$$S_1 = \frac{N_1[(f_1 - f_{1.2})\Phi_1 + f_{1s}\Phi_{1s}]}{\sqrt{2}\,J_1}10^{-8} = \frac{1}{8}L_1,$$

$$S_2 = \frac{N_2[(f_2 - f_{2.1})\Phi_2 + f_{2s}\Phi_{2s}]}{\sqrt{2}\,J_2}10^{-8} = -\frac{1}{6}L_1,$$

$$M = \frac{N_2 f_{1.2}\Phi_1}{\sqrt{2}\,J_1} = \frac{N_1 f_{2.1}\Phi_2}{\sqrt{2}\,J_2} = \frac{2}{3}L_1.$$

Nous avons ainsi une dispersion positive primaire et une dispersion double secondaire négative; mais, quoique L_2 soit plus petit que M, on a $L_1 L_2 > M^2$.

Le courant de court-circuit devient, si l'on néglige les résistances,

$$J_1 = J_2\left(1 - \frac{\frac{1}{6}}{\frac{2}{3}}\right) = \frac{3}{4}J_2,$$

et la tension de court-circuit

$$E = 2\pi F\left(\frac{1}{3}L_1 J_1 - \frac{1}{6}L_1\frac{4}{3}J\right) = 2\pi F\frac{1}{9}L_1 J_1.$$

Le champ de dispersion produit ainsi dans l'enroulement secondaire une force électromotrice qui tend à augmenter le courant, et ce champ peut bien être considéré comme un champ de dispersion négatif.

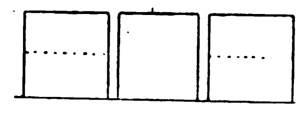


Fig. 3.

Le transformateur d'essai de la figure 2 a donné les résultats ci-dessous : Mesure avec $N_1 J_1 = N_2 J_2$: courant = 8 ampères; tension de dispersion primaire = 12,7 volts = $0,345\,L\,2\pi F J_1$; tension de dispersion secondaire = — 5,5 volts = $-0,149\,L_1\,2\pi F J$; somme des deux tensions = 7,2 volts.

Mesure en court-circuit : courant primaire = 8 ampères; courant secondaire = 10,2 ampères; $\frac{J_1}{J_2} = 0,785$, calculé comme ci-dessus, sans tenir compte des résistances, on a $\frac{J_1}{J_2} = 0,775$; la tension de court-circuit est égale à 5,9 volts.

On pose en général, dans la théorie des transformateurs,

$$E_{2t} = N_2\frac{d\Psi}{dt},$$

et le même champ produit dans le primaire une force électromotrice

$$N_1\frac{d\Psi}{dt};$$

le champ de dispersion produit lui-même une force électromotrice qui s'ajoute à la première pour équilibrer la tension primaire E_1. On a ainsi

$$\Psi = f_{1.2}\Phi_1,$$

$$E_1 = N_1\frac{\Psi}{dt} + N_2\frac{d\Psi_{1s}}{dt} = N_1 f_1\frac{d\Phi_1}{dt} + N_1 f_{1s}\frac{d\Phi_{1s}}{dt}$$

et

$$\Psi_{1s} = (f_1 - f_{1.2})\Phi + f_{1s}\Phi_{1s},$$

et nous voyons que les deux méthodes de calcul conduisent au même résultat.

Les auteurs font les mêmes observations sur la dispersion dans les moteurs monophasés à collecteur et ils établissent les formules donnant les facteurs $f_{1.2}$ et $f_{2.1}$ dans le cas de m et n encoches par pôle au stator et au rotor.

1° n pair :

$$m = \rho n, \qquad \rho \text{ pair};$$

$$f_{1.2} = f_{2.1} = \frac{2n^2+1}{3n^2};$$

$$m = \rho n, \qquad \rho \text{ impair};$$

$$f_{1.2} = f_{2.1} = \frac{2n^2m^2 + 3n^2 + m^2}{3n^2m^2}.$$

Comme cas spécial, on obtient pour $n = m$:

$$f_1 = \frac{2n^2+4}{3n^2},$$

$$\Phi = \frac{B_{max}\tau}{2},$$

où B_{max} est l'induction maximum dans l'entrefer et τ l'arc polaire.

2° n impair :

$$m = n, \qquad \rho \text{ pair};$$

$$f_{1.2} = \frac{2n^2+1}{3(n^2+1)}, \qquad f_{2.1} = \frac{2n^2+1}{3n^2},$$

$$f_1 = \frac{2}{3}\left(\frac{n^2+2}{n^2+1}\right), \qquad \Phi_1 = B_{max}\tau\frac{n^2+1}{2n^2}.$$

Les auteurs ont calculé un grand nombre de valeurs des facteurs f_1, $f_{1.2}$ et $f_{2.3}$ et les donnent sous forme d'un Tableau d'emploi facile. Ils donnent ensuite un certain nombre de méthodes de mesure des tensions de dispersion des transformateurs et des moteurs.

E. B.

COMMUTATRICES.

Quelques caractères de la construction et du fonctionnement des commutatrices destinées aux services de traction, par J.-E. WOODBRIDGE. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 14 février 1908 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVII, février 1908, p. 203-226). — Les commutatrices fonctionnant aujourd'hui en Amérique pour le seul service de la traction représentent une puissance totale de près d'un million de kilowatts. Mais, quoique très répandues, ces machines présentent certains caractères que l'on comprend mal ou sur lesquels on s'abuse même complètement; l'auteur se propose d'en donner l'explication.

Comparaison des commutatrices hexaphasées et des commutatrices triphasées. — Un certain nombre de commutatrices, représentant environ le tiers de la puissance totale de ces machines en Amérique, sont munies de six bagues collectrices dont les connexions avec l'induit sont au nombre de six par paire de pôles. On les appelle *commutatrices hexaphasées,* quoique les forces électromotrices qui les alimentent soient en réalité triphasées. On sait, en général, que l'adjonction de trois bagues collectrices à une commutatrice triphasée quelconque réduit notablement les pertes par effet Joule dans l'induit pour un facteur de puissance unité; mais on a cru jusqu'ici que les courants déwattés accroissent ces pertes, dans les deux types de commutatrices, de la même quantité à peu près, de sorte que l'avantage de la machine hexaphasée est faible pour les facteurs de puissance peu élevés.

Le calcul et la pratique montrent que, parmi les conducteurs induits d'une commutatrice, ceux qui sont les plus voisins des connexions aux bagues s'échauffent plus que ceux qui sont à mi-chemin entre ces connexions. La distribution des pertes par effet Joule dans l'induit est représentée dans le diagramme supérieur de la figure 1; les deux courbes de ce diagramme se rapportent à la perte théorique par effet Joule dans une machine à six bagues fonctionnant sous la même charge dans un cas avec six phases, dans l'autre avec trois, le facteur de puissance étant l'unité. Dans ces courbes, on a négligé les pertes dues à la dissipation d'énergie dans le fer, aux oscillations du flux magnétique, aux harmoniques qui s'établissent par suite des différences dans les ondes (ondes de la force électromotrice appliquée et de la force électromotrice engendrée). Ces pertes sont faibles et leur influence sur les deux courbes est à peu près la même. Les ordonnées représentent la chaleur produite en fonction de celle que produit le même enroulement lorsqu'il engendre la même puissance en transformant de l'énergie mécanique en courant continu. On remarquera que, dans la machine fonctionnant en triphasé, les pertes par effet Joule sont, pour l'ensemble de l'induit, supérieures d'un peu plus de 100 pour 100 aux pertes dans la machine fonctionnant en hexaphasé. Quant aux conducteurs placés au voisinage des bagues, leur échauffement est de près de 200 pour 100 plus intense dans la machine triphasée.

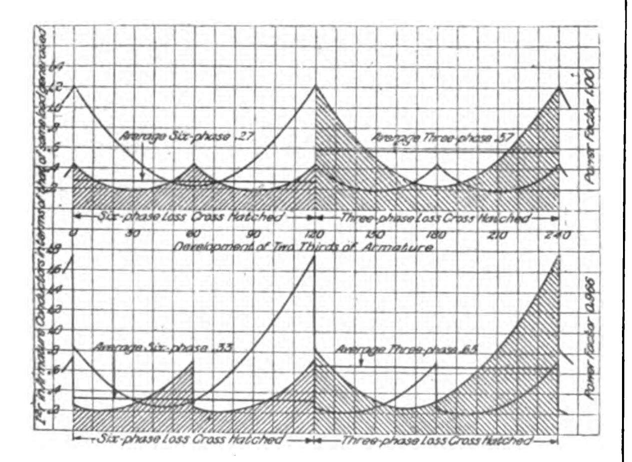


Fig. 1.

Les figures représentent le développement des deux tiers de l'induit. Les surfaces hachurées représentent, à gauche, les pertes par effet Joule dans le fonctionnement en hexaphasé; à droite, ces pertes dans le fonctionnement en triphasé.

Average sixphase 27 signifie : les pertes moyennes par effet Joule dans le fonctionnement en hexaphasé (facteur de puissance = 1) sont 27 pour 100 de ce qu'elles seraient si la machine fournissait la même charge de courant continu par entraînement mécanique.

On croit généralement que ce grand avantage de la machine hexaphasée diminue dans le cas des faibles facteurs de puissance. Or, on peut montrer par le calcul que la distribution de l'échauffement dans le cas d'un décalage de 15° (facteur de puissance = 0,966; courant déwatté = 28 pour 100 du courant watté) est telle que l'indique le diagramme inférieur de la figure 1. On constatera que, dans ce cas, l'échauffement moyen de l'induit entier augmente proportionnellement un peu plus pour la machine hexaphasée que pour la machine triphasée; mais le courant déwatté a aussi pour effet d'introduire une dissymétrie dans la distribution de la chaleur; il diminue beaucoup l'échauffement pour les conducteurs situés d'un côté de la prise de courant et l'augmente beaucoup pour les conducteurs situés du côté opposé. Selon que le courant est décalé en arrière ou en avant, le déplacement du maximum de température se fait dans un sens ou dans l'autre. On constate que le conducteur situé d'un côté de la prise de courant subit un échauffement égal à 71 pour 100 de la valeur prise comme base (celle qui correspond à l'échauffement par courant continu) dans la machine hexaphasée, tandis que pour le conducteur correspondant de la machine triphasée l'échauffement est 175 pour 100 du chiffre de comparaison.

Lors même que l'échauffement maximum serait le même pour les deux systèmes, l'adjonction de trois bagues collectrices serait justifiée par la meilleure répartition de la chaleur dans le fonctionnement en hexaphasé; mais le développement maximum de chaleur, étant deux fois et demie aussi grand avec trois bagues qu'avec six, donne un motif de plus.

On peut en toute sécurité majorer de 40 à 50 pour 100 la puissance nominale d'une machine triphasée, sans

accroître ses pertes, en y ajoutant trois bagues collectrices et en donnant, s'il le faut, plus de développement au collecteur. On réduit ainsi les pertes dans le fer de l'induit par rapport à la puissance en kilowatts, ce qui améliore le rendement dans les services de traction où le facteur de charge est bas.

On fait valoir trois raisons contre l'emploi des commutatrices hexaphasées : 1° la machine comprend plus de pièces : 2° les câbles d'amenée sont plus nombreux ; 3° le montage des transformateurs est, prétend-on, relativement compliqué.

1° La réluctance magnétique de tous les pôles ne pouvant être exactement la même, on constate que la commutation des machines triphasées s'améliore par l'adjonction de bagues d'égalisation, qu'on emploie d'ordinaire au nombre de six au moins. Pour le fonctionnement en hexaphasé, la complication supplémentaire se réduit à l'installation de trois bagues collectrices, des porte-balais et des prises de courant nécessaires. Ce supplément d'organes est négligeable pour les grandes machines.

2° En ce qui concerne les câbles, l'objection soulevée contre les machines hexaphasées ne vaut que pour les petites puissances où le courant total de chacune des trois phases peut être transmis par un seul câble. Dans les machines de 500 kilowatts ou plus, même à la tension usitée pour la traction, il est commode d'employer six câbles pour le courant alternatif, deux en parallèle sur chaque phase, pour l'alimentation d'une commutatrice triphasée, et cela devient même nécessaire pour les machines plus puissantes.

3° Pour le montage des transformateurs, on emploie presque toujours le montage dit *diamétral,* chaque transformateur étant muni d'un seul enroulement secondaire dont les extrémités sont respectivement reliées à deux bagues collectrices. Ce montage est même plus simple que celui des commutatrices triphasées, puisqu'on n'a à former ni étoile, ni triangle. Lorsqu'il faut mettre en série dans les circuits alternatifs à basse tension des bobines de réactance ou d'autres appareils, ils n'ont besoin d'être placés que sur trois phases (*fig.* 2). Ceci est un réel avantage

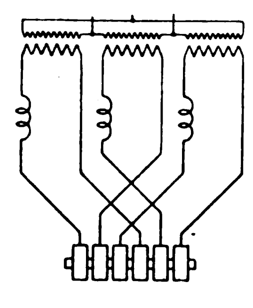


Fig. 2.

pour la commutatrice hexaphasée, car le courant qui doit passer dans les appareils ainsi installés n'est que la moitié de celui qui passerait dans des appareils semblables pour un montage triphasé.

C'est pour ces raisons qu'une Compagnie de construction américaine établit toutes ses commutatrices de 500 kilowatts et au-dessus pour le montage hexaphasé.

Démarrage des commutatrices par le courant alternatif. — Environ 50 pour 100 des commutatrices installées en Amérique pour le service de la traction sont munies des interrupteurs et des connexions nécessaires pour démarrer les machines en appliquant directement des forces électromotrices alternatives à leurs enroulements induits, ces forces étant moindres que celles du fonctionnement normal. Cependant les partisans des autres méthodes attribuent à celle-ci de grands désavantages; l'auteur étudie la question.

Une commutatrice à 25 périodes, dont les arcs polaires sont égaux à 75 ou 80 pour 100 du pas polaire, dont la longueur d'entrefer est de 6mm à 10mm et dont les ampères-tours induits par pôle, à pleine charge, sont à peu près égaux aux ampères-tours par pôle de l'excitation en dérivation (à tension et vitesse normales, à vide, et pour un facteur de puissance unité), munie d'enroulements amortisseurs en cage d'écureuil dans les pièces polaires, démarrera en général sous une tension alternative appliquée aux bagues égale à 20 ou 25 pour 100 de la tension alternative normale, et prendra sous cette tension, au repos, un courant à peu près double du courant de pleine charge, c'est-à-dire 40 à 50 pour 100 des volts-ampères de pleine charge. Ce courant aura un faible facteur de puissance, car la machine, dans ces conditions, se comporte comme un moteur asynchrone dont l'entrefer serait de longueur variable et assez grande, les enroulements amortisseurs tenant lieu de secondaire en court-circuit. Une machine ainsi lancée s'accélérera jusqu'à la vitesse du synchronisme sans qu'on fasse croître le voltage, et l'accrochage se fera en lançant le courant d'excitation dans les inducteurs.

Une réaction d'induit forte par rapport à celle des génératrices convient très bien aux commutatrices compound. Une forte réaction d'induit donne lieu dans les génératrices à une distorsion du champ qui nuit à la commutation, mais cet effet ne se produit pas dans les commutatrices, puisque la distorsion du champ produite par le courant continu est toujours équilibrée par la distorsion produite par le courant alternatif. Un accroissement de la réaction d'induit produit une diminution du courant décalé en arrière ou en avant qui s'établit lorsque l'intensité du champ s'écarte d'un taux pour 100 donné de la valeur qui correspond à un facteur de puissance unité. Les machines dont les données de construction sont celles qu'on a indiquées précédemment peuvent supporter une excitation très différente de sa valeur normale sans donner lieu à un grand échauffement de la nature de celui qu'on a signalé plus haut (*fig.* 2). C'est un caractère recommandable pour les machines qu'on laisse à la garde d'un personnel peu compétent, par exemple, dans les petites sous-stations de traction suburbaine. Dans les cas extrêmes, ces machines pourront fonctionner, sous le facteur de charge généralement bas d'un service interurbain, sans aucune excitation de l'enroulement shunt, comme on a pu le constater plusieurs fois à la suite d'erreurs de montage dans les connexions de cet enroulement.

Il est intéressant de comparer la limite inférieure donnée plus haut pour le courant alternatif de démarrage avec la limite inférieure de l'intensité nécessaire pour le moteur asynchrone démarreur. Le couple nécessaire pour démarrer une commutatrice peut s'évaluer à 12 ou 15 pour 100 du couple de pleine charge, en appelant ainsi le couple correspondant à la génération du courant de pleine charge. En d'autres termes, si l'on fait démarrer la commutatrice par le courant continu, il faut pouvoir lui fournir 12 à 15 pour 100 du courant de pleine charge, avec l'excitation normale. Le moteur asynchrome construit pour le démarrage d'une commutatrice à six pôles doit avoir quatre pôles pour pouvoir amener la machine au synchronisme. Comme le moteur asynchrone exige, pour fournir un couple donné au démarrage, un courant au moins aussi intense que pour fournir ce même couple à la vitesse normale, le développement du couple indiqué plus haut correspond à 20 ou 25 pour 100 du courant absorbé par la commutatrice à pleine charge, ou environ à la moitié du courant absorbé quand on fait démarrer la commutatrice par le courant alternatif. En d'autres termes, si le moteur asynchrone a l'avantage d'être construit en vue du démarrage seulement, cet avantage est compensé en partie par sa vitesse de synchronisme plus élevée. La méthode de démarrage par le courant alternatif absorbe environ deux fois autant de volts-ampères que celle-ci.

Avec cette dernière méthode, on fait ordinairement démarrer les commutatrices à 25 périodes, de moins de 500 kilowatts, au moyen de prises de courant établies au milieu des enroulements des transformateurs. Quand on emploie des bobines de réactance, elles sont intercalées dans le circuit de démarrage comme le montre le diagramme de la figure 3, car on constate que la

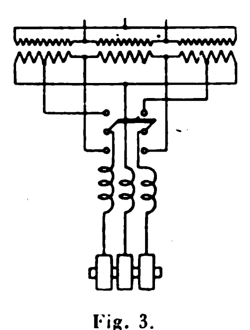


Fig. 3.

moitié du voltage normal suffit pour faire démarrer une telle commutatrice par l'intermédiaire d'une réactance de 15 pour 100 (c'est-à-dire absorbant 15 pour 100 du voltage du circuit dont elle fait partie). On plaçait autrefois une prise de courant médiane dans chacun des trois côtés du triangle, mais le passage du demi-voltage au voltage normal causait une perturbation plus grande que le dispositif indiqué. Dans ces conditions, le courant de démarrage de la commutatrice est environ 1,75 à 2 fois le courant de pleine charge, et la machine s'accélère jusqu'à la vitesse du synchronisme en 15 à 25 secondes sans étincelles sensibles aux balais.

Les commutatrices à 25 périodes de 500 kilowatts et au-dessus, lorsqu'elles sont établies pour le démarrage par l'alternatif, sont généralement munies de commutateurs permettant de les relier d'abord à des prises de courant donnant le tiers du voltage normal des transformateurs. Sous cette faible tension les bobines de réactance sont mises hors circuit. Deux manœuvres sont nécessaires pour passer de là au voltage normal, car une seule donnerait une perturbation trop forte. On emploie pour cela deux commutateurs à deux directions reliés en série, pour supprimer toute chance de courts-circuits. Ce montage, installé pour une commutatrice à six phases avec réactance triphasée, se voit dans le diagramme de la figure 4.

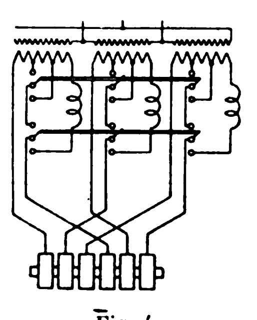


Fig. 4.

Alimentée sur deux diamètres seulement de l'induit, une commutatrice démarrera et fonctionnera à puissance réduite, de même qu'une machine triphasée fonctionnera à triangle ouvert.

Lorsqu'on démarre par le courant alternatif, il est bon d'ouvrir les circuits inducteurs, car, si on les laisse fermés, il faut fournir une intensité beaucoup plus grande et le couple de démarrage obtenu est moindre.

L'auto-démarrage d'une commutatrice est plus facile que celui d'un moteur asynchrone à vitesse constante, à rendement élevé, et dont la fréquence, la puissance et la vitesse seraient les mêmes. Un tel moteur, avec secondaire en court-circuit, prend pour le démarrage un total de volts-ampères égal à une surcharge de 25 à 50 pour 100. Certains ingénieurs, qui admettraient fort bien l'auto-démarrage d'un tel moteur, ne sont pas partisans de l'auto-démarrage pour la commutatrice de même puissance, tant le malentendu a été profond à ce sujet.

Le démarrage par l'alternatif apporte si peu de troubles dans le réseau d'alimentation, que dans plusieurs villes on met en marche des commutatrices de la plus grande puissance par le courant alternatif, la puissance leur étant fournie par des réseaux d'éclairage qui alimentent des lampes par l'intermédiaire d'autres commutatrices.

Compoundage des commutatrices. — L'auteur traite cette question en détail, car on ignore généralement, dit-il, les valeurs les plus convenables pour la réactance et pour l'intensité du flux des inducteurs en série, ainsi que l'allure de la courbe de compoundage pour différentes valeurs de la résistance et de la réactance ; on ignore aussi, ce qui est plus important, la meilleure tension d'alimentation que doivent donner les transfor-

mateurs et le meilleur réglage du champ inducteur en dérivation par le rhéostat.

Avant d'étudier les réactions qui se produisent dans un circuit présentant résistance et réactance, on va considérer le cas plus simple d'un circuit présentant seulement de la réactance. Dans le diagramme de la figure 5, le grand triangle représente une tension triphasée, fournie à une commutatrice par l'intermédiaire d'une réactance également triphasée; la tension de la commutatrice est représentée par un cercle. A vide, en

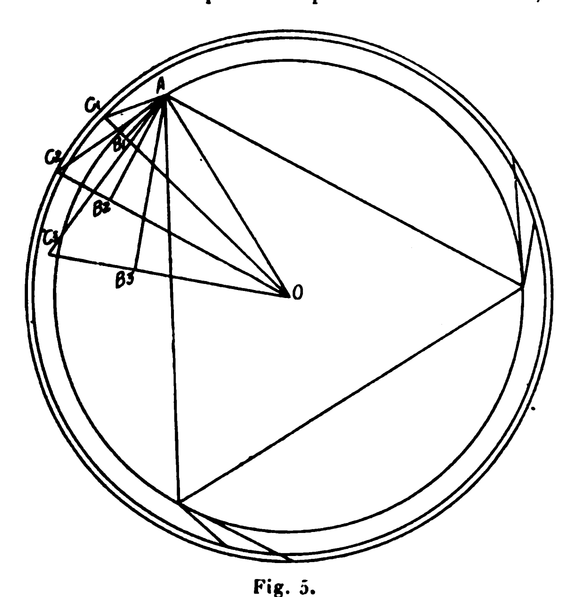


Fig. 5.

négligeant les pertes et l'excitation étant réglée de façon à donner un facteur de puissance unité, il n'y a pas de chute de tension dans la réactance puisqu'il n'y a pas de courant, et, la tension d'alimentation étant alors fournie telle quelle à la commutatrice, le cercle intérieur représente la tension aux bagues dans ce cas. A pleine charge, le courant watté, en traversant la réactance, donne lieu à une chute de tension normale à la tension fournie à la commutatrice, tension qui pour une phase est représentée par AB_1. La tension d'alimentation pour une phase peut être représentée par la ligne OA, la tension fournie à la commutatrice (si celle-ci est excitée en dérivation) par la ligne OB_1, normale à AB_1, chute de tension dans la réactance, puisque par hypothèse le courant est en phase avec la tension aux bagues. Si maintenant la commutatrice a une excitation compound, le courant décalé en avant, auquel donne lieu l'intensité plus grande du champ à pleine charge, produit dans la réactance une élévation de tension B_1C_1 qui accroît la tension aux bagues de la valeur OB_1 à la valeur OC_1, la tension de réactance due au courant résultant étant AC_1. Le cercle mené par le point C_1 représente donc la tension aux bagues de la commutatrice à pleine charge.

Avec une réactance plus forte, les vecteurs AB_1 et B_1C_1 s'allongent, en conservant la même proportion, puisque l'un n'est influencé que par le courant watté et l'autre par le courant magnétisant ou décalé en avant, qui ne sont ni l'un ni l'autre modifiés par la réactance en circuit. Ainsi, avec une réactance double, la tension de réactance résultante devient AC_2; avec une réactance triple, elle devient AC_3, les triangles AB_2C_2 et AB_3C_3 étant semblables à AB_1C_1.

Si l'on accroît l'intensité du flux inducteur en série et qu'on laisse la réactance fixe, la composante B_1C_1 augmente et le facteur de puissance diminue, AB_1 restant constant. Puisque la tension AC_1 est à angle droit avec le courant, on voit que plus le vecteur AC_1 s'écarte de la normale à la tension aux bagues OC_1, plus le facteur de puissance s'abaisse.

En général, pour une valeur quelconque de la réactance et du flux série, la courbe représentant le compoundage n'est pas une ligne droite; elle s'abaisse vers l'axe des abscisses pour les fortes charges. Dans la pratique, les fuites magnétiques et l'affaiblissement du flux en dérivation rendent cet abaissement plus rapide. Le diagramme OAC_1 représente assez bien les conditions ordinaires de fonctionnement à pleine charge, en tenant compte de ce que la résistance du circuit a pour effet de ramener le point C_1 sur le cercle intérieur.

L'hypercompoundage ne se pratique plus, en partie à cause du faible facteur de puissance auquel il donne lieu dans les commutatrices alimentées par un réseau où la chute de tension est considérable, en partie parce qu'on relie directement les sous-stations de commutatrices aux lignes de trôlet, ce qui supprime la chute de tension dans les feeders aux points d'alimentation les plus proches des sous-stations. On préfère maintenir fixe le voltage maximum appliqué aux moteurs des véhicules quand ils sont proches des sous-stations, au lieu de le faire dépendre de l'hypercompoundage.

Pour réduire l'échauffement moyen, les commutatrices compound devraient avoir leur excitation en dérivation réglée de façon à absorber un courant magnétisant considérable à vide. Cela n'influe pas sensiblement sur le compoundage. Le meilleur fonctionnement, entre la marche à vide et 100 pour 100 de surcharge, s'obtiendra en réglant l'intensité du flux en dérivation de façon à donner un facteur de puissance unité pour une charge fort supérieure à la charge moyenne, par exemple pour la pleine charge normale. Ceci donnerait, à vide, un courant magnétisant égal à la moitié ou aux trois quarts du courant de pleine charge, ce qui est impraticable, car le personnel de la sous-station, au lieu de suivre cette marche, augmenterait le voltage du courant continu. Il vaudrait mieux, pratiquement, obtenir le facteur de puissance unité à demi-charge, c'est-à-dire que le courant en retard, à vide, et le courant en avance, à pleine charge, auraient la même intensité.

La pratique généralement suivie est celle-ci. Les commutatrices de traction sont munies d'inducteurs en série dont la puissance est telle, lorsqu'on les shunte convenablement, qu'ils équilibrent la moitié des ampères-tours induits à pleine charge. En d'autres termes, une telle commutatrice, si l'on règle le courant de ses inducteurs en dérivation de façon à obtenir un facteur de puissance unité à vide, absorbera à pleine charge,

en plus du courant watté, un courant décalé en avant égal à la moitié du courant de pleine charge. Si, pour la raison donnée plus haut, on règle le courant dans les inducteurs en dérivation de façon à faire absorber à la machine, à vide, un courant magnétisant égal au quart du courant de pleine charge, on aura le facteur de puissance unité à demi-charge environ, et, à pleine charge, un courant décalé en avant égal au quart du courant de pleine charge.

Beaucoup de ces commutatrices sont munies de bobines de réactance de 15 pour 100, c'est-à-dire que le courant de pleine charge développe, entre les extrémités de ces bobines, une tension dans chaque phase égale à 15 pour 100 de la tension totale qui existe dans leur circuit. Si l'on admet pour les réactances les valeurs suivantes : 5 pour 100 dans la commutatrice (forte réaction d'induit), 3 à 3,5 pour 100 dans les transformateurs, et 1,5 à 2 pour 100 dans la ligne, la réactance totale du circuit se monte à 25 pour 100. C'est à peu près la valeur maxima qu'on donne pratiquement à la réactance. On fera aussi l'hypothèse que la différence de potentiel constante est fournie au circuit avec une chute ohmique de tension de 10 pour 100 à pleine charge, cette chute de tension comprenant celle des transformateurs et de la commutatrice jusqu'aux balais à courant continu. En admettant 600 volts pour la tension à vide, la Table ci-dessous indique l'effet du compoundage pour le cas choisi. On a tenu compte, d'après des résultats d'expérience, des fuites magnétiques, de la saturation des réactances et de la variation de l'excitation en dérivation avec le voltage. La Table donne aussi les facteurs de puissance *de la commutatrice* pour les diverses charges. Au-dessous de la demi-charge, ces facteurs représentent un courant décalé en arrière ; au-dessus, un courant décalé en avant. Quant au facteur de puissance se rapportant aux volts-ampères fournis au circuit total, il se maintient au-dessus de 99 pour 100 entre la demi-charge et une surcharge de 100 pour 100, le courant décalé en avant dû à l'excitation série compensant presque exactement le courant magnétisant dû à la réactance.

Facteurs de puissance de la commutatrice et tensions du courant continu.

Chute ohmique de tension 10 pour 100. — Facteur de puissance = 1 à $\frac{1}{2}$ charge.

	Réactance 25 pour 100. Excitation série 50 pour 100.		Réactance 12,5 pour 100. Excitation série 80 pour 100.	
Charge.	Volts.	Facteur de puiss. pour 100.	Volts.	Facteur de puiss. pour 100.
0	600	16	600	10
0,25	605	90	601	82
0,5	605	100	599	100
0,75	602	99	597	97
1	596	97	593	93
1,5	567	95	576	89
2	533	94	550	88

On peut aussi ne pas se servir de bobines de self et se borner à utiliser la réactance de la commutatrice, des transformateurs et de la ligne ; la réactance totale du circuit peut alors être évaluée à la moitié de celle du cas précédent, soit 12,5 pour 100. C'est à peu près le minimum de la réactance qu'on emploie pratiquement. Pour obtenir la même courbe de tension entre la marche à vide et la marche à pleine charge avec cette réactance plus faible, l'inducteur en série de la commutatrice doit compenser une réaction d'induit de plus de 80 pour 100, au lieu de 50 pour 100, c'est-à-dire que le courant de pleine charge circulant dans l'induit doit avoir une composante décalée en avant égale à 80 pour 100 du courant résultant pour équilibrer l'effet de l'inducteur série à pleine charge. Si l'on admet encore que l'excitation en dérivation est ajustée pour donner un facteur de puissance unité à demi-charge ; c'est-à-dire que la machine absorbe à vide un courant magnétisant égal à 40 pour 100 du courant de pleine charge, la Table donne les facteurs de puissance aux diverses charges pour ce cas. On remarquera que la réactance de 12,5 pour 100 donne lieu à des facteurs de puissance bien plus bas que celle de 25 pour 100, ce qui produit sur la distribution de chaleur dans l'induit les effets qu'on voit dans la figure 1.

On notera aussi qu'une réactance faible et un flux série puissant donnent une régulation de voltage un peu meilleure aux fortes surcharges, mais il est douteux que ce résultat puisse être atteint en pratique, car il exige des courants décalés en avant d'une intensité qu'il est difficile d'obtenir même avec une machine à faible réaction d'induit ; ainsi, à 100 pour 100 de surcharge, il faut un courant décalé en avant d'une intensité supérieure à celle du courant de pleine charge, et la réaction d'induit, étant alors opposée au flux inducteur, tend à produire des fuites magnétiques. De plus, le facteur de puissance de l'ensemble du circuit varie alors avec la charge, car l'action du flux série est de beaucoup plus forte que l'action en sens contraire de la réactance.

On a négligé, dans la discussion précédente, la réactance et la résistance des alternateurs, parce que les fluctuations de charge d'une seule sous-station n'influencent pas la tension de l'usine génératrice d'un grand réseau et qu'elles seront compensées automatiquement ou à la main dans les alternateurs d'un réseau d'importance moindre, de sorte qu'on peut admettre une différence de potentiel constante aux barres omnibus de la station centrale.

Une réactance trop forte pourrait rendre le fonctionnement instable, mais on n'observe pas cet inconvénient dans le cas d'une réactance de 25 pour 100, même avec de fortes chutes ohmiques de tension et des commutatrices à grande réaction d'induit sans amortisseurs. Dans un cas où les machines fonctionnaient avec des oscillations très fortes dues à une chute de tension excessive dans la ligne, l'auteur a inséré dans le circuit une réactance de 20 pour 100 ; le résultat fut d'accroître légèrement l'amplitude des oscillations des induits, mais leur fréquence fut de beaucoup diminuée, ainsi que l'effet produit sur le voltage par les fluctuations de la puissance absorbée et les variations qu'elles produisent sur la chute de tension en ligne.

Dans la pratique, on n'obtient pas des facteurs de puissance aussi élevés que ceux qu'indique la Table, à



cause du manque d'instructions concernant la manœuvre des rhéostats de champ. Les transformateurs alimentant des commutatrices compound sont presque toujours établis de façon à donner une tension secondaire convenant au cas de la marche à vide avec facteur de puissance égal à 1 ; ainsi, si le rapport de conversion de la commutatrice est 0,62, c'est-à-dire s'il faut 370 volts alternatifs pour obtenir 600 volts continus, les transformateurs sont établis pour donner 370 volts, tandis qu'ils devraient en donner 390 ou davantage pour fournir la tension continue normale avec le courant magnétisant convenable en marche à vide. Même lorsque la tension alternative est suffisamment élevée, la tendance naturelle du personnel est de faire monter la tension continue en supprimant le courant déwatté à vide et en abaissant le facteur de puissance en charge. Ceci a surtout lieu lorsque des indicateurs de facteur de puissance sont installés dans les circuits d'alimentation des commutatrices. Même lorsque ces appareils sont correctement branchés, et le contraire arrive souvent, le personnel, en mettant une commutatrice en marche, fait monter l'excitation jusqu'à ce que l'appareil indique un facteur de puissance à peu près égal à 1. Mais souvent ces appareils sont branchés de façon à indiquer le facteur de puissance en un point séparé de la commutatrice par une réactance considérable. Leurs indications causent alors des méprises, car un facteur indiqué de 97 pour 100 avec courant en avance (par exemple) correspond à un facteur de puissance de 90 pour 100 ou moins encore pour la commutatrice.

Dans les réseaux des grandes villes, où les fluctuations de charge sont relativement faibles, on a installé des commutatrices dont l'excitation série présente les caractéristiques indiquées précédemment, mais on ne les a pas munies de bobines de réactance pour la raison qu'elles ne sont pas nécessaires avec des charges peu variables. Il vaudrait beaucoup mieux supprimer l'excitation série et installer une bobine de réactance, ce qui permettrait au personnel de régler le voltage à la main avec des courants déwattés bien plus faibles.

En résumé, l'auteur est d'avis que la meilleure pratique, avec les transmissions d'une résistance de 10 pour 100 environ (résistance absorbant 10 pour 100 du voltage total), est d'accroître la réactance naturelle du circuit d'alimentation jusqu'à une valeur de 25 pour 100 environ, d'employer une excitation série assez forte pour compenser environ la moitié des ampères-tours de pleine charge, de donner au rapport des transformateurs une valeur telle qu'on obtienne la tension continue normale avec un courant magnétisant en marche à vide égal au quart du courant de pleine charge ; les rhéostats de champ de la commutatrice doivent être réglés de façon à obtenir la tension continue normale sans s'occuper du facteur de puissance, et, à l'usine génératrice, le voltage doit être maintenu constant à une valeur telle que le facteur de puissance soit égal à l'unité pour une charge de l'usine égale ou supérieure à celle qui s'établit quand les commutatrices reçoivent en moyenne la moitié ou plus de leur charge normale.

Le résultat des pratiques actuelles est d'abaisser le facteur de puissance aux fortes charges, spécialement avec les commutatrices de faible réaction d'induit, et plus spécialement avec les circuits d'alimentation de réactance faible, qui donneraient lieu sans doute à des troubles dans bien des cas, si les facteurs de charge de la traction interurbaine n'étaient pas aussi bas et si les commutatrices n'étaient pas établies pour supporter de fortes surcharges. P. L.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Pile électrique. H. FEMERLING et W. PORSCKE (Brevet français 384980 du 12 décembre 1907). — Les piles utilisant le chlore comme dépolarisant présentent l'inconvénient que l'acide chlorhydrique qui se forme pendant le passage du courant se diffuse jusqu'à l'électrode de zinc. Dans la pile brevetée ici on emploie comme dépolarisant un mélange de chlorure de fer et de chlorure d'aluminium, et l'on additionne de colle l'électrolyte excitateur.

Dès que le chlorure de fer vient en présence de l'électrolyte additionné de colle, il se coagule et il se forme une paroi de séparation gélatineuse qui empêche le chlorure de fer d'être transporté davantage par l'électrolyte sur l'électrode en zinc. Le chlorure d'aluminium agit de la même manière, mais la coagulation du mélange dépolarisant se produit d'une façon bien plus effective au contact de l'électrolyte additionné de colle lorsqu'on utilise un mélange de chlorure de fer et de chlorure d'aluminium.

Pile électrique réversible au chlore. H.-E. DUMAINE (Brevet français 384475 du 29 octobre 1907). — La caractéristique principale de cette pile est l'emploi, comme dépolarisant, du chlore à l'état d'un produit dénommé *carbochlore* et qui est constitué simplement de charbon de bois saturé de chlore. Le charbon de bois possède, en effet, un pouvoir absorbant considérable pour le chlore; il peut emprisonner son poids de chlore et même davantage. On l'obtient en faisant passer un courant de chlore gazeux et sec sur du charbon de bois étalé en couches minces et préalablement débarrassé par chauffage de l'humidité et des gaz qu'il renfermait.

Le carbochlore peut être employé en petits fragments dans les vases poreux ou en forme de blocs comprimés sur des plaques de charbon artificiel. Comme électrode négative, on se sert de lames de zinc et, comme électrolyte, de chlorure de zinc. T. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MOTEURS.

Diagramme du moteur série compensé à courant monophasé, par W.-J. SLICHTER. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 28 juin 1907 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVI, mai 1907, p. 759-764). — On sait que le circuit du moteur série compensé se compose d'un enroulement produisant le champ inducteur, d'un induit semblable à ceux des moteurs à courant continu et d'un enroulement compensateur logé dans les faces polaires et dont l'axe magnétique coïncide avec l'axe de la réaction d'induit, la force magnétomotrice de cet enroulement étant de sens contraire à cette réaction. La figure 1

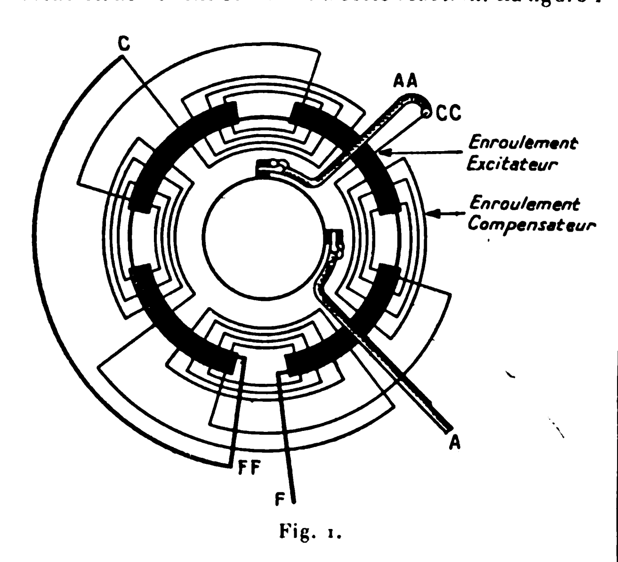


Fig. 1.

montre le schéma des connexions d'un moteur série compensé à quatre pôles. F, FF est l'enroulement d'excitation, dont les spires entourent les pôles; C, CC est l'enroulement compensateur allant d'un pôle à l'autre, et A, AA est l'enroulement de l'induit. Le courant passe à travers ces trois circuits reliés en série, et les réactions principales sont très simples.

Mais la section induite qui se trouve en commutation embrasse le flux excitateur principal, qui est un flux alternatif. Une force électromotrice proportionnelle à la fréquence du courant inducteur et à l'intensité de ce flux se trouve donc induite dans cette section, dont le circuit est fermé par les balais. Il passe donc dans ce circuit un courant proportionnel à cette force électromotrice et inversement proportionnel à l'impédance du circuit formé par la section, les balais et les connexions au collecteur. On se trouve là dans les conditions de fonctionnement d'un transformateur dont l'enroulement inducteur F est le primaire et la section en court-circuit BB le secondaire, comme le montre la figure 2. Tout se passe comme si la bobine inductrice F était shuntée par un circuit présentant résistance et inductance, comme le circuit fictif Y de la figure 2. Le courant circulant

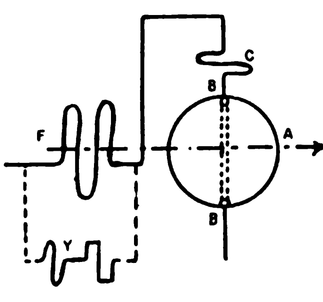


Fig. 2.

dans ce circuit représente : 1° le courant hystérétique correspondant aux pertes dans le fer dues à l'alternance du flux inducteur; 2° le courant dans la bobine induite BB.

La figure 3 est le diagramme des flux, courants et

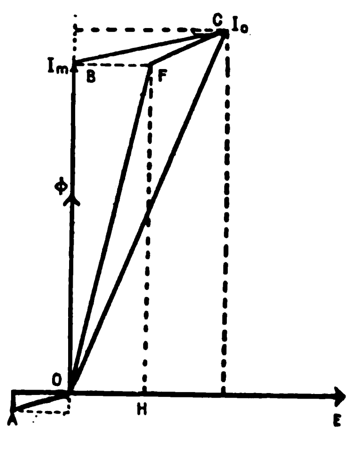


Fig. 3.

tensions dans l'enroulement inducteur F; on constate sa ressemblance avec le diagramme des transformateurs. φ est le flux; le courant qui produit φ est OF, OB étant sa composante déwattée et OH sa composante hystérétique. OA est le courant dans le secondaire; il se combine avec OF pour donner le courant primaire ou courant en ligne $OC = I_0$. Le vecteur OE, en avance de 90° sur le flux, est la force électromotrice absorbée dans le circuit primaire. Si l'on néglige la chute de tension due à l'impédance, très faible dans ce cas, la tension aux extrémités de l'enroulement inducteur est donc OE.

Dans la figure 4, ce même diagramme sert de point

de départ pour l'étude du cas général. Le courant principal I_0 étant représenté par OA, le vecteur $I_H = AB$ représente le courant watté dans le circuit fictif en dérivation, et le vecteur $I_M = OB$ représente la composante déwattée des courants dans le circuit primaire et dans le circuit en dérivation, composante formée principalement par le courant magnétisant primaire. Le flux Φ est en phase avec OB et proportionnel à la composante primaire de ce vecteur et à la perméance du circuit magnétique. La force électromotrice induite dans l'enroulement inducteur est $IX_m = OE$, en avance de 90° sur Φ. La force électromotrice absorbée par la réactance due aux fuites magnétiques de tous les enroulements est en avance de 90° sur I_0 et proportionnelle à I_0; elle est représentée par $IX_L = EF$. La force électromotrice absorbée par la résistance est $IR = FG$, en phase avec I_0.

La force électromotrice due à la rotation des conducteurs induits dans le flux est en phase avec φ; le vecteur $GH = e_2$, mené parallèlement à OB, représente en phase cette force électromotrice, dont la grandeur est proportionnelle à la vitesse angulaire de l'induit.

La tension en ligne E_0 est la résultante de toutes ces composantes. Sa grandeur détermine la valeur de e_2, qui à son tour détermine la vitesse. OH représente la tension en ligne, et le cosinus de l'angle $HOA = \gamma$ entre E_0 et I_0 est le facteur de puissance du moteur. Le produit $e_2 I_0 \cos\alpha$ représente la puissance fournie par l'enroulement induit. Pour obtenir la puissance utile du moteur, il faut retrancher de ce produit les pertes dans le fer de l'induit et les pertes par frottement.

Prenant pour origine des phases la phase de I_0, la force électromotrice appliquée E_0 se décompose comme suit :

Tensions déwattées.	Tensions wattées.
$IX_m \cos\alpha$,	$IX_m \sin\alpha$,
IX_L,	IR,
$-e_2 \sin\alpha$.	$e_2 \cos\alpha$.

Connaissant l'angle α, dont le sinus est $\frac{I_H}{I_0}$, on tire de là le facteur de puissance et le rendement.

L'expression analytique exacte des réactions est la suivante :

Prenons pour origine des phases la phase du vecteur $e = IX_m$, tension aux bornes de l'enroulement inducteur. On a

$$e = 4{,}44\, n N \Phi . 10^{-8},$$

n étant la fréquence primaire, N le nombre de spires inductrices, Φ le flux par pôle.

Admittance du circuit inducteur $= Y_1 = g_1 + jb_1$;
Admittance du circuit dérivé fictif $= Y_2 = g_2 + jb_2$;
Admittance combinée de ces deux circuits,

$$Y_x = Y_1 + Y_2 = g_x + jb_x;$$

Courant en ligne $= I_0 = e(g_x + jb_x) = i_1 + ji_2$;
Résistance de tout le circuit du moteur $= r$;
Réactance des fuites magnétiques de tout le circuit $= x$;
Impédance du moteur (enroulement inducteur excepté),

$$X = r - jx.$$

La tension en ligne E_0 se décompose en : force électromotrice de rotation (e_2), force électromotrice dans l'enroulement inducteur (e), et tension d'impédance I_0Z.

La force électromotrice e_2 est en phase avec le flux Φ et retarde de 90° sur e; donc, si la phase de e est prise pour origine, la force électromotrice de rotation s'exprime par je_2. Donc

$$E_0 = e + je_2 + (I_0 Z),$$

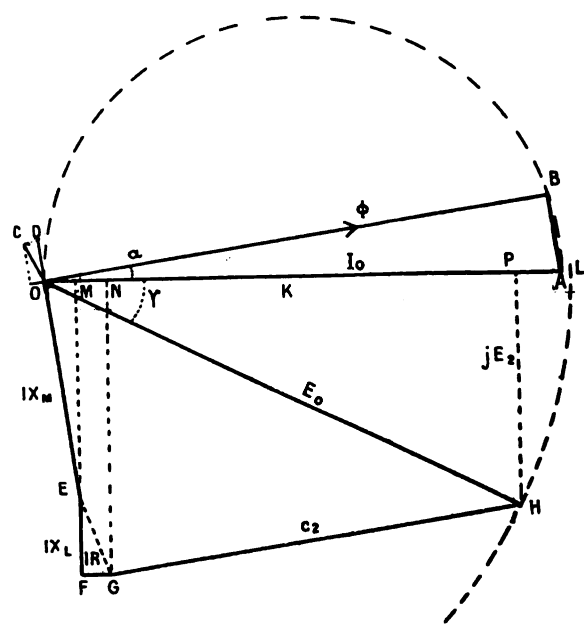


Fig. 4.

ce qui donne

$$E_0 = e + je_2 + (i_1 + ji_2)(r - jx),$$
$$E_0 = e + i_1 r + i_2 x + j(e_2 + i_2 r - i_1 x),$$

ou, en valeurs réelles,

$$E_0^2 = (e + i_1 r + i_2 x)^2 + (e_2 + i_2 r - i_1 x)^2.$$

On tire de là

$$e_2 = \sqrt{E_0^2 - (e + i_1 r + i_2 x)^2} - (i_2 r - i_1 x).$$

La puissance fournie par l'induit est le produit de la force contre-électromotrice engendrée et du courant qui est en phase avec elle; c'est $e_2 i_2$.

La puissance apparente absorbée est $E_0 I_0$:

$$E_0 I_0 = [e + i_1 r + i_2 x + j(e_2 + i_2 r - i_1 x)](i_1 + ji_2).$$

La puissance réelle absorbée est la partie réelle de l'expression précédente :

$$E_0 I_0 = i_1(e + i_1 r + i_2 x) + i_2(e_2 + i_2 r - i_1 x).$$

Le circuit dérivé fictif qu'on a introduit fait ressortir les caractères suivants :

La force contre-électromotrice de rotation n'est pas en phase avec le courant principal; la puissance n'est donc pas égale au produit de ces deux grandeurs.

Le courant I_0 dans l'induit n'est pas en phase avec le

flux inducteur; le couple n'est donc pas réellement proportionnel au courant; il est réduit par ce décalage.

Ce décalage est d'autant moindre que le circuit de la section induite en commutation est plus inductif; une résistance est donc moins avantageuse qu'un effet d'induction pour limiter l'intensité du courant.

Le vecteur de la force contre-électromotrice e_2 faisant un angle avec le courant principal I_0, on peut, en augmentant la vitesse de l'induit et par suite l'intensité de e_2, ou en augmentant l'angle α, amener le point H sur la ligne OL, prolongement de OA; E_0 est alors en phase avec I_0, ce qui donne un facteur de puissance égale à l'unité. On peut même amener le vecteur e_2 à couper le vecteur I_0, de sorte que le courant est en avance sur la tension appliquée. Ce sont là naturellement des conditions extrêmes qu'on ne peut atteindre que par une très grande vitesse ou au prix de pertes élevées dans le circuit dérivé fictif.

La composante déwattée de la force contre-électromotrice ($-e_2 \sin\alpha$) contribue notablement à élever le facteur de puissance; son effet dans ce sens est beaucoup plus marqué que celui des pertes d'énergie qui donnent naissance à cette composante. P. L.

Sur la variation brusque de la perte par hystérésis dans le rotor du moteur asynchrone, à son passage au synchronisme, par H. ZIPP (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXVI, 24 mai 1908, p. 443 à 450). — L'auteur montre que l'angle d'hystérésis, entre le champ tournant et la force magnétomotrice rotative, subit, au synchronisme, une diminution brusque. Au même moment le couple dû à l'hystérésis change de sens.

Dans le cas du moteur à hystérésis, la puissance au stator est constante jusqu'au synchronisme; au synchronisme, cette puissance diminue brusquement.

L'auteur montre que le couple dû à l'hystérésis est constant, quelle que soit la valeur du glissement, positif et négatif. Au synchronisme, il est possible d'obtenir toutes les valeurs du couple de l'hystérésis comprises entre deux valeurs extrêmes, positives et négatives.

Le moteur à hystérésis démarre comme moteur asynchrone, et l'équilibre entre la puissance mécanique produite et la puissance mécanique utilisée s'effectue au synchronisme exactement comme dans le cas d'un moteur synchrone. Quand le synchronisme est dépassé, le moteur travaille comme générateur asynchrone en restituant au stator une puissance constante égale à la perte par hystérésis dans le rotor. L'auteur sépare la partie revenant aux courants de Foucault et aux courants circulant dans l'enroulement fermé du rotor; il prouve enfin que, pour des moteurs d'induction normaux, la variation totale de puissance est égale au double de la perte par hystérésis dans le rotor; il en résulte une méthode pour la séparation des pertes dans le fer.

Au moment où le rotor passe au synchronisme, la puissance consommée au stator diminue brusquement; le courant primaire, par contre, reste constant, de sorte que les ampères-tours tournants restent constants; le décalage de phase entre le courant et la force électromotrice augmente, comme le montre la figure 1, la composante $i_1 r_1$ restant constante, puisque le courant n'a pas varié dans l'enroulement de résistance r_1. Si φ_1 est le décalage entre le courant i_1 et la tension e_1 quand

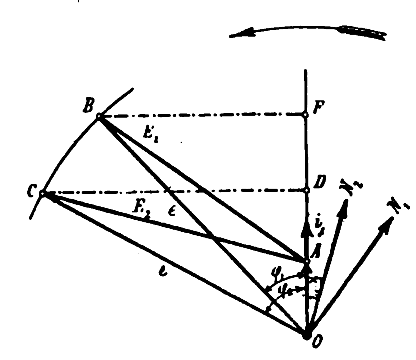


Fig. 1.

le rotor est au-dessous du synchronisme, et φ_2 le décalage quand le rotor a légèrement dépassé le synchronisme, le triangle des tensions OAB prend la forme OAC, la force électromotrice induite par le champ tournant $E_1 = AB$ devient $E_2 = AC$ et la composante wattée OF diminue à la valeur OD. Les puissances i_1 AF et i_1 AD représentent les pertes dans le fer du stator et du rotor; comme les pertes par courants de Foucault dans le rotor sont négligeables quand il tourne près du synchronisme, on peut considérer que ces puissances représentent approximativement les pertes par hystérésis dans le rotor et le stator et les pertes par courants de Foucault dans le stator.

Comme les forces électromotrices induites sont toujours à angle droit des champs inducteurs, il en résulte que le champ tournant passe de la position N_1 à la position N_2; l'angle d'hystérésis passe donc de la valeur β_1 à la valeur β_2 (*fig.* 2).

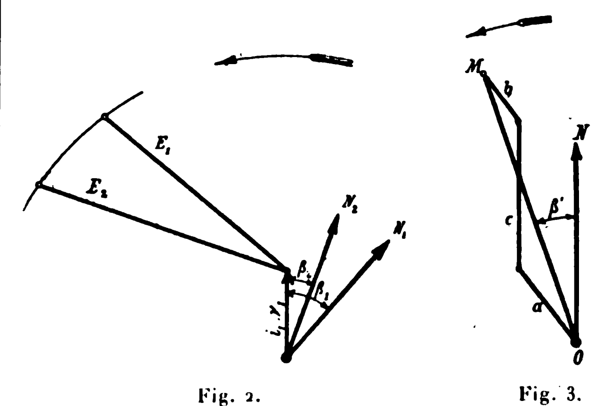


Fig. 2. Fig. 3.

Le vecteur ON de la figure 3 représente le champ tournant; ce champ est créé par une force magnétomotrice tournant au synchronisme, qui peut être séparée en trois parties :

a. La force magnétomotrice nécessaire pour vaincre la réluctance du stator;

b. La force magnétomotrice nécessaire pour vaincre la réluctance du rotor;

c. La force magnétomotrice nécessaire pour vaincre la réluctance de l'entrefer entre le stator et le rotor.

Les parties *a* et *b* doivent faire avec le champ un certain angle, l'angle d'hystéréris β, en avance sur le champ tournant; cet angle est le même pour les deux parties; sa grandeur dépend de la saturation du fer du rotor et du stator, ainsi que de la nature du fer, mais ne dépend pas de la fréquence. Par contre, la force magnétomotrice *c* doit être en phase avec le champ tournant, de sorte que la force magnétomotrice totale est la résultance OM, et l'angle β' représente le décalage entre le champ ON et la force magnétomotrice OM qui lui donne naissance. Le diagramme de la figure 3 est valable pour le cas où le rotor est au-dessous du synchronisme.

Si le rotor tourne plus vite que le synchronisme, le diagramme de la figure 3 n'est plus exact, car la partie *b* de la force magnétomotrice nécessaire pour vaincre la réluctance du rotor doit maintenant être décalée en arrière du champ tournant; les parties *a* et *c* du diagramme ne sont pas modifiées et la figure 5 montre la modification qui résulte du passage du rotor à une vitesse plus grande que le synchronisme; l'angle β' entre la force magnétomotrice OM' et le champ ON est maintenant plus petit que dans le premier cas.

Il résulte des observations ci-dessus que, lorsque le rotor passe au synchronisme, l'angle d'hystérésis subit une variation brusque.

Si le rotor est entraîné à l'aide d'un moteur à courant continu, la charge de celui-ci augmente brusquement au même moment, la puissance prise par le stator diminue et l'appareil fonctionne comme alternateur asynchrone en fournissant au réseau une puissance égale à la perte par hystérésis dans le rotor, ainsi que le montre la figure 4 (lignes pointillées); cette puissance

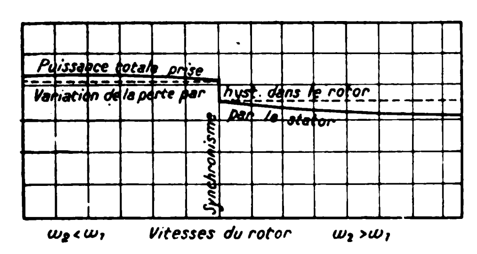


Fig. 4.

devrait rester constante, mais en réalité elle augmente avec la différence de vitesse entre le rotor et le champ tournant (lignes pleines), à cause des courants de Foucault dans le rotor qui augmentent en fonction de cette différence de vitesse.

Le fait que la partie de la puissance consommée par l'hystérésis dans le rotor est indépendante de la vitesse de ce dernier a été le sujet d'un grand nombre de discussions. L'auteur explique ce fait comme suit : il porte en abscisses sur la figure 5 les vitesses du rotor, du synchronisme à l'arrêt. La puissance consommée en hystérésis dans le fer est maximum à l'arrêt et est égale à

$$A_H = c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1 \text{ watts};$$

Fig. 5.

pour une valeur quelconque du glissement, elle devient

$$A_H = c\,\mathfrak{B}^{1,6}(\omega_1 - \omega_2) \text{ watts},$$

c'est-à-dire que la puissance due à l'hystérésis en fonction du glissement est représentée par une droite OC; $BC = c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1$ watts. Par suite, à l'arrêt, le couple dû à l'hystérésis est égal à

$$D_H = \frac{c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1}{9,81\,\omega_1} = \frac{c\,\mathfrak{B}^{1,6}}{9,81} \text{ m.kg.},$$

qui peut être représenté par l'ordonnée BD.

Cette équation montre que le couple dû à l'hystérésis est indépendant de la vitesse, et, si $\mathfrak{B}$ est constant, le couple est également constant, et le décalage de phase β entre le courant et le champ est également constant, ainsi que la puissance prise au primaire.

La puissance transmise au rotor par l'hystérésis doit se partager en deux parties :

a. Perte par hystérésis $= c\,\mathfrak{B}^{1,6}(\omega_1 - \omega_2)$ watts

$$= \frac{c\,\mathfrak{B}^{1,6}}{9,81}(\omega_1 - \omega_2) \text{ m. kg. : seconde} = A'_H;$$

b. Puissance mécanique $= \frac{c\,\mathfrak{B}^{1,6}}{9,81}\omega_2$ m. kg. : sec. $= A_2$.

Il est intéressant de voir comment fonctionne le moteur quand le couple extérieur D_a varie. Si $D_a > D_H$ le moteur ne peut fonctionner, mais si $D_a < D_H$ la différence $D_H - D_a = \Delta D$ est utilisée à l'accélération du mouvement du moteur. Pour toutes les valeurs de $D_a < D_H$ le moteur doit tourner au synchronisme, mais la loi de la conservation de l'énergie exige que l'équilibre s'établisse entre D_H et D_a; ces deux couples doivent donc être égaux.

Au moment où le rotor atteint la vitesse du synchronisme, le couple disponible pour l'accélération est encore égal à ΔD; le rotor doit donc dépasser le synchronisme; on doit avoir (*fig.* 6) $\omega_2 = \omega_1$; le travail de l'hystérésis est nul dans le rotor, et le magnétisme rémanent N_H existant encore est dirigé suivant AB; mais, si le synchronisme est dépassé, après un certain temps le diamètre CD (*fig.* 7) sera décalé d'un angle γ sur le champ N et prendra la position MP, si l'angle γ devient égal à 45°; le couple de l'hystérésis est égal à

zéro; quand l'angle γ atteint 90°, le couple de l'hystérésis repasse par sa valeur primitive changée de signe, c'est-à-dire qu'il s'oppose au mouvement du rotor.

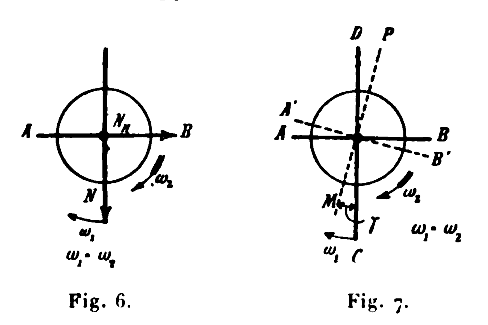


Fig. 6. Fig. 7.

Le rotor ne peut donc être décalé d'un angle plus grand que 45° au maximum, et il exécute, à l'intérieur de cet angle, une série d'oscillations sous l'influence de l'excès de couple ΔD; et l'équilibre s'établit si la condition

$$D_a = c\,N\,(+N_H - N'_H)$$

est remplie, en appelant N'_H le magnétisme rémanent quand le rotor dépasse l'angle de 45°.

Le moteur à hystérésis fonctionne donc comme un moteur synchrone dont la charge est équilibrée par un certain angle de torsion entre le champ et le courant induit.

L'effet des courants de Foucault est plus facile à examiner : le couple qu'ils produisent est fonction du glissement positif et négatif; il est nul au synchronisme et change de sens au-dessus. Le couple de l'enroulement court-circuité varie de la même manière, ainsi que le montre la figure 8.

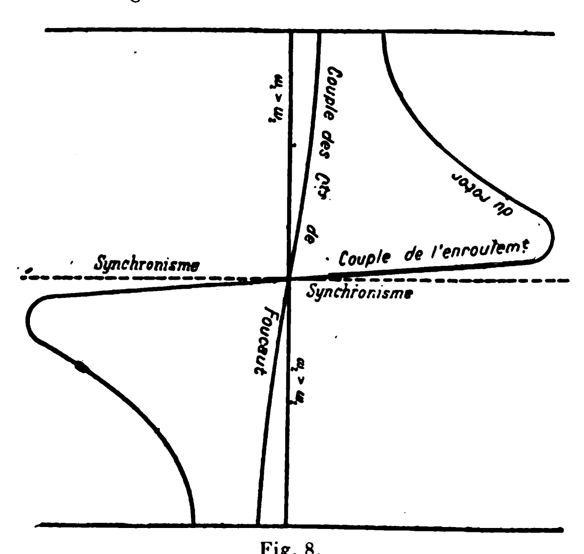


Fig. 8.

Afin de séparer les pertes, il est nécessaire d'admettre que la variation due à l'hystérésis, au synchronisme, est égale au double de la perte par hystérésis dans le rotor, au repos.

Si le rotor marche exactement au synchronisme, on peut supposer qu'à un certain moment il est placé de telle manière que l'effet du magnétisme rémanent N_H soit exactement équilibré par celui d'une rémanence $-N'_H$ égale à la première et de sens opposé; dans ce cas le stator ne transporte au rotor aucune puissance et le couple est nul. On peut alors admettre que des pôles fixes sont formés à la périphérie du rotor et que par suite la force magnétomotrice b est en phase avec le champ tournant (*fig.* 9), et, dans ce cas seulement, le moteur à courant continu qui entraîne le

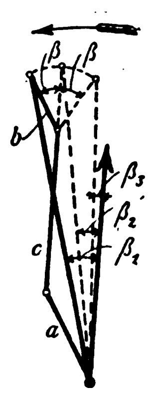


Fig. 9.

rotor doit seul vaincre les frottements et sa charge augmente de la quantité $c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1$ watts qui jusqu'alors était fournie par l'hystérésis; l'angle d'hystérésis passe brusquement de la valeur β_1 à la valeur β_2 (*fig.* 9). Si la vitesse est très légèrement augmentée, le couple de l'hystérésis agit en sens inverse et la charge du moteur à courant continu augmente de la quantité $c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1$ watts pendant que la puissance consommée par le stator diminue de la même quantité; l'angle d'hystérésis passe à la valeur β_3.

Si la tension d'alimentation reste constante, les puissances prises au stator pendant le passage au synchronisme sont :

$$a_1 = e\,i\sqrt{3}\cos(90 - \beta_1),$$
$$a_2 = e\,i\sqrt{3}\cos(90 - \beta^2),$$
$$a_3 = e\,i\sqrt{3}\cos(90 - \beta_3).$$

Si l'on pose

$$\widehat{\beta_1 - \beta_2} = \widehat{\beta_2 - \beta_3},$$

il vient

$$a_1 - a_2 = e\,i\sqrt{3}\,(\sin\beta_1 - \sin\beta_2) = c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1 \text{ watts}$$

et

$$a_2 - a_3 = e\,i\sqrt{3}\,(\sin\beta_1 - \sin\beta_3) = c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1 \text{ watts};$$

en additionnant il vient

$$e\,i\sqrt{3}\,(\sin\beta_1 - \sin\beta_3) = 2c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1 \text{ watts},$$

et, par suite,

$$e\,i\sqrt{3}\cos(90 - \beta_1) - e\,i\sqrt{3}\cos(90 - \beta_3) = 2c\,\mathfrak{B}^{1,6}\omega_1 \text{ watts};$$

$$a_1 - a_3 = 2A_H \text{ watts}.$$

La variation totale au synchronisme est donc bien égale au double de la perte par hystérésis dans le rotor au repos.

Ces considérations sont exactes si la résistance des enroulements du stator est négligeable et si la réluctance du fer est très faible en comparaison de celle de l'entrefer, ce qui est généralement le cas. Si ces conditions ne sont pas remplies, la variation de puissance au stator, au moment du passage au synchronisme, peut être beaucoup plus grande, car à ce moment le champ tournant augmente de valeur, le couple dû à l'hystérésis augmente en même temps, et le décalage β devient ainsi plus grand qu'il n'était quand le rotor tournait à une vitesse inférieure au synchronisme; ce cas est très rare et sans importance en pratique.

E. B.

De l'influence des masses en mouvement dans le cas de commande de machines par les moteurs d'induction, par L. KALLIR (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXVI, 31 mai 1908, p. 465 à 469). — Cette étude est en réalité une suite à celle d'Ehrlich parue dans le même journal à la date du 1er mars 1908 et analysée ici même (*Revue électrique,* 30 avril 1908). L'auteur emploie les mêmes notations que nous rappellerons brièvement : D_m le couple résistant moyen, D_a le couple résistant instantané, D_z le couple du moteur à un instant quelconque, A l'amplitude de la variation sinusoïdale du couple résistant, l'oscillation totale du couple étant égale à 2A, $\omega_m = \frac{2\pi N}{60}$ la vitesse angulaire moyenne du système dont le nombre de tours par minute est égal à N, ω la vitesse angulaire instantanée, B une constante caractérisant le rapport entre le glissement et le couple du moteur (plus le glissement du moteur est faible quand il fournit son couple normal, plus la valeur de B est grande, cette valeur B peut être considérée comme constante dans les limites de charge du moteur); J le moment d'inertie du système; $\alpha = 2\pi n$, où n est le nombre d'oscillations du couple par seconde.

On a alors

$$(1)\qquad D_a = D_m + A \sin \alpha t,$$

$$(2)\qquad D_z - D_m = B(\omega_m - \omega);$$

cette dernière expression indique la proportionnalité entre le glissement et le couple; en outre, il vient

$$(3)\qquad D_z - D_a = J\frac{d\omega}{dt};$$

cette équation montre que l'excès du couple du moteur sur le couple résistant est utilisé à l'accélération des masses mobiles.

Pour un moteur de puissance L (chevaux) ayant un glissement σ et une vitesse angulaire ω_0 au synchronisme, la valeur de B est donnée par l'équation

$$(4)\qquad B = \frac{736\,L}{\sigma(1-\sigma)\,\omega_0^2}.$$

Des équations (1), (2) et (3) on tire

$$(5)\qquad B(\omega_m - \omega) - A \sin \alpha t = J\frac{d\omega}{dt};$$

l'équation (5) peut être amenée sous la forme

$$(6)\qquad B(\omega_m - \omega) - J\frac{d\omega}{dt} = A \sin \alpha t,$$

ou, en posant

$$(7)\qquad \omega_m - \omega = w$$

et

$$-\frac{d\omega}{dt} = \frac{dw}{dt},$$

il vient

$$(8)\qquad Bw + J\frac{dw}{dt} = A \sin \alpha t,$$

équation analogue à celle d'un circuit électrique comportant une résistance et une self-induction. Dans un tel circuit de résistance r et de self-induction l, soumis à une force électromotrice

$$(9)\qquad e = E \sin \alpha t,$$

circule un courant i défini par l'équation

$$(10)\qquad ri + l\frac{di}{dt} = E \sin \alpha t = e;$$

en fait,

$$(11)\qquad \begin{cases} i = I \sin(\alpha t - \varphi) = \dfrac{E}{\sqrt{r^2 + \alpha^2 l^2}} \sin(\alpha t - \varphi), \\ \text{avec} \\ \tan \varphi = \dfrac{\alpha l}{r}; \end{cases}$$

par suite,

$$(12)\qquad w = \frac{A}{\sqrt{B^2 + \alpha^2 J^2}} \sin(\alpha t - \varphi), \qquad \tan\varphi = \frac{\alpha J}{B}.$$

L'effet de l'oscillation sinusoïdale du couple représenté par l'équation (1) est une oscillation de vitesse angulaire également sinusoïdale dépendant de la constante de glissement du moteur considéré.

L'équation (10) est également applicable au cas général où e n'est plus une fonction sinusoïdale, mais bien une fonction périodique quelconque; de même on peut poser

$$(13)\qquad Bw + J\frac{dw}{dt} = a,$$

où a est la différence momentanée entre le couple instantané et le couple moyen de la machine commandée.

La différence entre la vitesse angulaire moyenne et la vitesse angulaire instantanée w est donnée par l'équation (7); elle est donnée par la courbe de la figure 1. Si la valeur momentanée w est positive, cela signifie que la vitesse angulaire moyenne ω_m est plus grande que la vitesse momentanée ω, ou que le système a une vitesse momentanée plus petite que la vitesse moyenne.

Dans ce cas le couple du moteur est plus grand que le couple moyen de la quantité Bw; au temps t, w est en période ascendante et (*fig.* 1) par suite ω diminue; l'expression $J\frac{d\omega}{dt}$ exprime la valeur du couple exercé

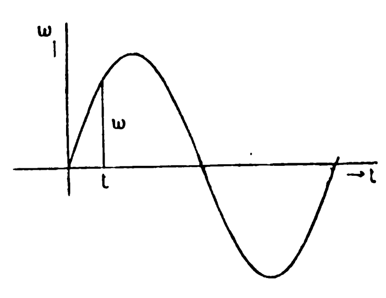


Fig. 1.

sur le système par les masses en mouvement pendant la diminution de vitesse. L'excès du couple du moteur, au-dessus du couple moyen, augmenté du couple fourni par les masses en mouvement, doit à chaque instant être égal à l'excès du couple résistant de la machine commandée sur le couple résistant moyen, ainsi que le montre l'équation (13). Cette équation est valable pour une valeur périodique quelconque de a.

Une fonction périodique quelconque peut toujours être représentée par une somme de fonctions sinusoïdales, de périodicités différentes, ou

$$(14)\qquad e = \sum E_h \sin(n\alpha t - \varphi_n);$$

le circuit sur lequel agit la force électromotrice e est parcouru par un courant

$$(15)\quad \begin{cases} i = \sum \dfrac{E_h}{\sqrt{r^2+(n\alpha l)^2}} \sin(n\alpha t - \psi_n - \varphi_n), \\ \tang\varphi_n = \dfrac{n\alpha l}{r}. \end{cases}$$

D'une manière analogue nous obtiendrons la variation du nombre de tours du système dont le couple résistant subit les oscillations a, par l'équation

$$(16)\quad a = A_1\sin(\alpha t - \psi_1) + A_2\sin(2\alpha t - \psi_2) + A_3\sin(3\alpha t - \psi_3) + \ldots;$$

$$(17)\quad \begin{cases} w = \dfrac{A_1}{\sqrt{B^2+(\alpha J)^2}}\sin(\alpha t - \psi_1 + \varphi_1) \\ \quad + \dfrac{A_2}{\sqrt{B^2+(2\alpha J)^2}}\sin(2\alpha t - \psi_2 - \varphi_2) + \ldots, \\ \tang\varphi_n = \dfrac{n\alpha J}{B}. \end{cases}$$

Le facteur a contiendra seulement les membres impairs du développement si les deux moitiés de l'onde sont symétriques; mais, dans le cas de commande de machine à couple résistant variable, cette condition n'est presque jamais réalisée; cependant on admettra en général que l'oscillation du couple résistant est une fonction sinusoïdale simple, car le moment d'inertie du système supprime les oscillations rapides dues aux harmoniques supérieurs de la courbe d'oscillation du couple résistant.

Le moteur amortit également les oscillations de la vitesse du système et plus B est grand, moins varie la vitesse; mais l'effet de cet amortissement n'est pas renforcé pour les oscillations rapides comme l'est celui dû au moment d'inertie J, de sorte qu'un système dont le moment d'inertie serait nul suivrait exactement les variations de couple de la machine commandée.

Au point de vue pratique, l'oscillation de la puissance consommée a plus d'importance que la variation de vitesse; dans le cas simple d'une variation sinusoïdale du couple résistant, cette puissance consommée est au maximum

$$(18)\qquad w_{max.} = W = \frac{A}{\sqrt{B^2+\alpha^2J^2}} = \omega_m - \omega_{max.}$$

Cette valeur correspond à une oscillation du couple, égale à

$$(19)\quad D_{z\,max.} - D_m = \frac{AB}{\sqrt{B^2+\alpha^2J^2}} = A\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\alpha J}{B}\right)^2}}.$$

Si le nombre de tours varie peu, ce qui est le cas d'un moteur asynchrone normal à faible glissement, l'équation (19) donne la valeur de l'oscillation de puissance.

La variation totale de couple du moteur est

$$(20)\quad \Delta D = D_{z\,max.} - D_{z\,min.} = \frac{2AB}{\sqrt{B^2+(\alpha J)^2}} = 2A\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\alpha J}{B}\right)^2}};$$

la variation relative est alors

$$(21)\quad \frac{\Delta D}{D_m} = \frac{2A}{D_m}\frac{B}{\sqrt{B^2+\alpha^2J^2}} = \frac{2A}{D_m}\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\alpha J}{B}\right)^2}}.$$

Si $J = 0$ ou faible, l'oscillation de puissance consommée est d'autant plus faible que B est plus petit ou, ce qui revient au même, que le glissement normal du moteur est plus grand.

Si la charge ou le couple résistant augmente brusquement de la valeur D_1 à la valeur D_2, la vitesse angulaire passe de ω_1 à ω_2 et il vient

$$D_2 > D_1,$$
$$\omega_2 < \omega_1,$$
$$(D_2 - D_1) = B(\omega_1 - \omega_2).$$

Au moment du passage de la vitesse ω_1 à la vitesse ω_2, la vitesse angulaire a la valeur instantanée ω, les masses formant volant exercent le couple $-J\frac{d\omega}{dt}$, le moteur a la vitesse angulaire ω et fournit par suite

le couple D_z; d'où

$$D_z - J\frac{d\omega}{dt} = D_2,$$

$$D_z - D_2 = B(\omega_2 - \omega) = J\frac{d\omega}{dt},$$

$$(22) \qquad B\omega + J\frac{d\omega}{dt} = B\,\omega_2.$$

Cette équation est également applicable au cas où $D_2 < D_1$ et $\omega_2 > \omega_1$; elle est analogue à

$$ri + l\frac{di}{dt} = E,$$

qui conduit à la valeur de i,

$$i = \frac{E}{r} + C\varepsilon^{-\frac{r}{l}t};$$

il vient donc également

$$\omega = \frac{B\omega_2}{B} + C\varepsilon^{-\frac{B}{J}t} = \omega_2 + C\varepsilon^{-\frac{B}{J}t};$$

pour $t = 0$, on a

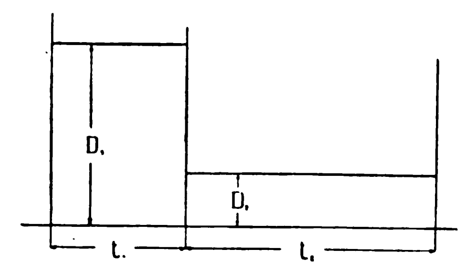
$$\omega = \omega_1 = \omega_2 + C,$$

d'où

$$C = \omega_1 - \omega_2$$

et

$$\omega = \omega_2 + (\omega_1 - \omega_2)\varepsilon^{-\frac{B}{J}t}.$$



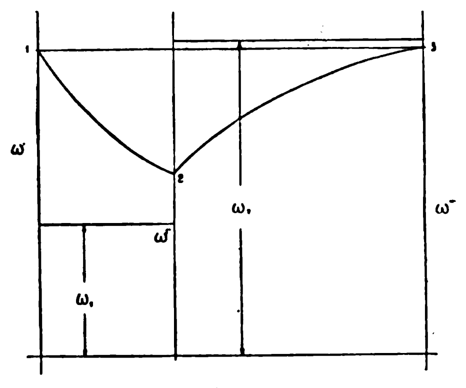


Fig. 2.

Le couple du moteur devient

$$(23) \qquad D = D_2 - (D_2 - D_1)\varepsilon^{-\frac{B}{J}t}.$$

Cette équation 23 montre que D tend asymptotiquement vers la valeur D_2.

Si le couple résistant varie suivant le diagramme de la figure 2, soit D_1 pendant le temps t_1, ω_1 représentera la vitesse angulaire à laquelle fonctionnerait le moteur si le couple D_1 était maintenu constant; D_2, t_2, ω_2 seraient des valeurs analogues correspondant à la période de petite charge.

La vitesse angulaire variera suivant la ligne 1, 2, 3, et, si ces périodes se suivent régulièrement, le système atteindra un état d'équilibre tel qu'on aura $\omega'' = \omega'$.

E. B.

DIVERS.

Électro-aimants à courant monophasé (commande électrique de trains), par CHR. KRÆMER (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 5 mars 1908, p. 203-207). — La force portante d'un électro-aimant est donnée par la formule kB^2Q, où B est l'induction, Q la section du fer à l'endroit où le circuit magnétique est interrompu et k, une constante.

La puissance de l'électro-aimant en kilogrammes-centimètres est égale au produit de la force portante par la distance qui sépare les pôles. Si cette distance est s, la puissance est égale à

$$L = Zs = kB^2Qs.$$

Pour produire, dans l'espace de longueur s, l'induction B, il faut disposer d'un certain nombre d'ampères-tours, et, par suite, une certaine dépense d'énergie électrique est nécessaire pour compenser les pertes par résistance ohmique dans les spires, dépense déterminée par la longueur, la résistance spécifique de la matière constituant l'enroulement et la section des spires.

Si l'électro-aimant doit être alimenté à courant continu, il est clair que la puissance dépensée pourra être aussi faible qu'on le voudra, à la condition d'augmenter les dimensions et l'espace disponible pour l'enroulement. Dans ces électro-aimants, la source de courant doit avoir seulement la force électromotrice nécessaire pour surmonter la résistance ohmique; il n'existe pas de force contre-électromotrice, sauf au moment de l'attraction; toute la puissance empruntée à cette source est transformée en chaleur dans l'enroulement d'excitation.

Dans le cas d'un électro-aimant alimenté à courant alternatif, la source de courant doit encore fournir, en dehors de la puissance wattée, une certaine composante déwattée nécessaire pour vaincre la force électromotrice résultant de la variation du champ à l'intérieur des spires d'excitation. Dans la plupart des électro-aimants à courant alternatif, cette composante déwattée est la plus importante et la composante wattée est, en général, négligeable.

La composante déwattée, exprimée en volts-ampères, est une fonction bien déterminée de la puissance de l'électro-aimant et n'est aucunement influencée par le choix des dimensions, de l'entrefer, de l'induction, ainsi que nous allons le voir.

Si nous appelons :

Z la force d'attraction de l'électro-aimant,

s l'entrefer séparant les armatures de l'électro-aimant, en centimètres,
$L = Zs$ la puissance en kilogrammes-centimètres,
B l'induction par centimètre carré,
Q la section du pôle,
E la tension,
J le courant,
nous aurons, comme puissance effective de l'électro,

$$L = Zs, \tag{1}$$

où Z est la valeur moyenne de l'attraction (attraction variable pendant la période du courant alternatif) et égale à

$$Z = \frac{B^2 Q}{25.10^6\sqrt{2}}, \tag{2}$$

$$L = Zs = \frac{B^2 Q}{25\sqrt{2}.10^6} s = \frac{1}{25\sqrt{2}.10^6} B^2 Q s. \tag{3}$$

La force contre-électromotrice produite par la fluctuation du flux de force BQ dans les spires en nombre n est

$$E = \frac{BQn2\pi \text{ fréquence}}{10^8\sqrt{2}}. \tag{4}$$

Le courant qui est nécessaire pour produire l'induction B dans l'entrefer s est

$$J = \frac{Bs.10}{4\pi n}, \tag{5}$$

si la saturation du fer est faible. La puissance apparente est donc

$$\left\{ \begin{aligned} EJ &= \frac{B^2 Q n 2\pi \text{ fréquence } s.10}{10^8\sqrt{2}.4\pi n} \\ &= \frac{1}{10^6.2\sqrt{2}} B^2 Q s \text{ fréquence}. \end{aligned} \right. \tag{6}$$

On voit que Zs est de la même forme que EJ et en diffère seulement d'une constante; en tous cas les deux expressions sont indépendantes de Q, n et s.

On a

$$\frac{Zs}{EJ} = \frac{1}{25.10^6\sqrt{2}} B^2 Q s : \frac{1}{10^7.2\sqrt{2}} B^2 Q s \text{ fréquence};$$

pour $Zs = 1$ kilogramme-centimètre, on a

$$EJ = \frac{10^6.25\sqrt{2}}{10^7.2\sqrt{2}} \text{ fréquence} = 1,25 \text{ fréquence}.$$

Ainsi, pour une fréquence égale à 50 $\sim$, il faut une puissance apparente égale à 62,5 watts par kilogramme-centimètre de puissance de l'électro-aimant; cette puissance apparente est indépendante des dimensions de l'appareil. Ce nombre de volts-ampères est d'ailleurs augmenté par les fuites, l'effet des angles, la composante wattée nécessaire pour compenser la perte ohmique, etc. On voit, par suite, qu'il est à peu près impossible d'utiliser des électro-aimants à courant alternatif de quelque puissance, par suite de leur trop grande consommation. E. B.

Consommation d'énergie des trains de laminoir réversibles électriques et à vapeur, par H. ORTMANN (*Stahl und Eisen*, 22 avril; *Génie civil*, 29 juin). — Des essais ont été effectués aux Aciéries de Völklingen (Prusse rhénane) pour déterminer la consommation de vapeur d'un train de laminoir blooming réversible, actionné par une machine à vapeur compound ayant 1600mm et 1050mm de diamètres de cylindres et 1300mm de course de pistons. L'auteur résume les résultats de ces essais en une courbe donnant la consommation de vapeur en fonction de l'étirage du bloc en œuvre et par tonne de métal travaillé.

Il compare ensuite ces résultats à ceux rapportés par quelques autres expérimentateurs, qui ont fait des essais analogues avec des trains réversibles actionnés par des moteurs électriques, et il conclut de cette comparaison à l'infériorité de ces derniers trains, au point de vue de l'économie de l'exploitation. L'auteur ajoute que, même en tenant compte des périodes de repos, l'installation des laminoirs blooming à vapeur est moins dispendieuse que celle des laminoirs électriques, parce que les dépenses de premier établissement de la première sont moindres et que la condensation dans les conduites d'amenée de vapeur, pendant les pauses, est plus que compensée par le travail de frottement des groupes compensateurs Ilgner, généralement employés avec des laminoirs réversibles électriques.

Par contre, l'auteur considère comme parfaitement justifiée l'opinion qui veut que les trains trio irréversibles, à commande électrique, soient plus avantageux que les trains à vapeur des mêmes types.

L'emploi de l'électricité dans les établissements agricoles (*Electrical Review*, t. LXII, 22 mai, p. 857). — Il est bien évident que les établissements agricoles deviendront, dans un avenir plus ou moins éloigné, des clients plus importants des réseaux de distribution. Les applications que l'énergie électrique peut trouver dans ces établissements sont bien connues si elles ne sont pas encore très répandues. Néanmoins, il est inutile de les rappeler de temps à autre, et c'est ce que fait notre confrère dans l'article que nous signalons : « Les moteurs électriques peuvent trouver un emploi pour la commande des écrémeuses et des barattes de la laiterie, pour des pompes à eau ou à purin, des hache-paille ou des concasseurs à tourteaux, des moulins à grains, des batteuses, et enfin, pour actionner les pompes à air des machines à traire. »

L'article cite quelques exemples d'applications de ce genre faite dans des fermes allemandes.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

CONDENSATEURS TÉLÉPHONIQUES.

La fabrication des condensateurs téléphoniques, par G.-F. MANBRIDGE (*The Electrician*, 6, 15 et 22 mai 1908, p. 139, 178 et 211). — La construction des condensateurs a toujours semblé une chose assez mystérieuse, à cause des tours de main nécessaires et généralement gardés secrets. Jusqu'à ces dernières années, d'ailleurs, cette fabrication était restée le monopole de quelques maisons qui en produisaient le petit nombre nécessaire pour les applications relativement peu nombreuses qui en étaient faites en télégraphie et dans les laboratoires.

Le développement considérable des emplois de la bobine d'induction, tant pour la radiographie que pour l'inflammation des moteurs d'automobiles, a fait entrer la fabrication dans une nouvelle voie, mais on ne peut pas dire dans une voie de progrès ! Tous ceux qui ont eu à mesurer des condensateurs de bobines savent, en effet, combien ces appareils sont grossiers et indéfinissables : leur faible résistance d'isolement n'est d'ailleurs pas un défaut dans la circonstance, car des condensateurs de même capacité et de bonne construction employés à leur place donneraient souvent des résultats mauvais ; la résistance d'isolement joue là un rôle aussi considérable que la capacité.

Une extension des systèmes téléphoniques est venue modifier la question et donner une importance particulière aux condensateurs de bonne qualité : la substitution, dans les postes téléphoniques, du système à batterie centrale, aux dispositifs anciens, a amené une demande considérable de condensateurs d'environ 2 microfarads, non exactement réglés, mais ayant un bon isolement et ne coûtant qu'un prix modique par rapport aux condensateurs de fabrication ancienne.

Le prix des condensateurs de 2 microfarads fournis à l'administration des télégraphes pour les réseaux téléphoniques est inférieur à 5^{fr}, tandis que ces appareils sont ordinairement catalogués entre 50^{fr} et 80^{fr} lorsqu'il s'agit de condensateurs tels qu'on en voit dans tous les laboratoires.

Dans la discussion qui a suivi la présentation de la communication de M. Manbridge à l'Institution of Electrical Engineers, M. O'Meara a dit qu'il existait en Angleterre, en 1906, 14130 condensateurs représentant une capacité de 32200 microfarads, installés pour les téléphones, et ce nombre est, à l'heure actuelle, de 80000 appareils formant une capacité de 182000 microfarads.

On conçoit que pour une semblable production les anciens procédés sont devenus trop lents et qu'il a fallu les perfectionner pour obtenir la production nécessaire.

La première idée qui est venue, semble-t-il, a consisté à former les armatures avec des bandes d'étain enroulées mécaniquement avec des bandes de papier sans fin, de façon à réduire la main-d'œuvre et à rendre les résultats plus réguliers. On s'est trouvé bien vite arrêté dans cette voie par la difficulté d'obtenir des bandes d'étain de longueur suffisante, et ceci conduisit à étudier un procédé de fabrication continue basé sur l'emploi de papier étamé analogue à celui qui est employé dans certains emballages. Cette méthode, notablement perfectionnée par M. Manbridge, est aujourd'hui en usage aux ateliers du Post-Office de Londres, et c'est celle que nous allons décrire d'après la communication de M. Manbridge.

Le papier employé, que nous appellerons *papier étamé,* faute d'une désignation plus précise, est fabriqué en enduisant une feuille de papier avec de l'étain en poudre impalpable agglutiné avec de la colle.

L'étain dissous dans l'eau régale est précipité de la dissolution à l'aide du zinc, et la poudre impalpable obtenue est lavée à plusieurs reprises et passée au tamis le plus fin pour enlever les particules trop grosses. La poudre mélangée à un adhésif tel que la colle est versée dans la machine à recouvrir et agitée constamment pour empêcher la précipitation ; de là, des balais tournants répandent le tout sur des bandes de papier sans fin, et un séchage, lent de préférence, suit cette opération.

Une fois sec, le papier ainsi préparé présente une couleur grise et montre, au microscope, une couche assez épaisse de petits cristaux de métal. La conductibilité de la couche est alors très faible; mais, en faisant passer le papier entre les cylindres d'une calandre, on obtient une sorte de brunissage qui amène la conductibilité à 25 pour 100 environ de celle de l'étain pur. La résistance d'un carré de 305^{mm} de côté, entre deux côtés opposés, est d'environ 0,3 ohm. L'épaisseur de la couche est voisine de $0^{mm},0025$ et il y a 1^{kg} d'étain pour 67^{m^2} de papier.

Cette couche mince d'étain supporte, comme on peut s'y attendre, une densité de courant considérable avant de fondre : plus de 1 ampère pour une bande de 25^{mm} de largeur.

La continuité de la couche est assez grande pour que le papier puisse être roulé sur un petit diamètre sans que le circuit soit rompu.

Les condensateurs sont, de préférence, construits en plaçant les papiers étamés dans le même sens et en les séparant par une feuille de papier ordinaire. Les feuilles sans fin sont introduites ensemble dans la machine à enrouler. Des mandrins de forme convenable sont utilisés pour chaque dimension, afin de donner au condensateur terminé les dimensions les plus favorables.

Les dimensions des papiers les plus employées sont les suivantes (n'oublions pas qu'il s'agit ici de ce qui se fait au Post-Office de Londres) : Papier non recouvert : largeur, 181^{mm} et 100^{mm}; épaisseur, $0^{mm},012$ environ. Papier étamé : largeur, 162^{mm} et 88^{mm}; épaisseur, $0^{mm},031$. Avec ces dimensions, il faut, pour un condensateur de 2 microfarads, $1^{m^2},16$ de papier étamé pour

chaque électrode et le volume occupé est, après imprégnation de paraffine, de 125$^{cm^3}$; le poids atteint environ 200^{gr}.

Avant l'enroulement, les papiers sont soumis à un essai sous tension. Grâce à la faible épaisseur de la couche d'étain, ces condensateurs jouissent de la propriété de se restaurer automatiquement : lorsqu'une étincelle vient à perforer le papier, la petite quantité d'étain qui se trouve auprès de la perforation fond sans altérer le papier, de sorte que la couche d'étain est percée d'un trou plus grand que celui du papier ; les bords libres du métal sont donc séparés, et l'isolement est rétabli. Cette action est si nette, qu'il est possible de traverser le condensateur chargé avec une épingle sans le décharger complètement. Cette propriété est mise à contribution : les bandes de papier étamé sont recouvertes sur toute leur surface, sans laisser de marge et, chose plus importante d'après M. Manbridge, les bandes sont essayées avant l'enroulement à l'aide du dispositif suivant (1) : le papier sec passe entre les rouleaux de l'appareil représenté figure 1 et chaque point de la

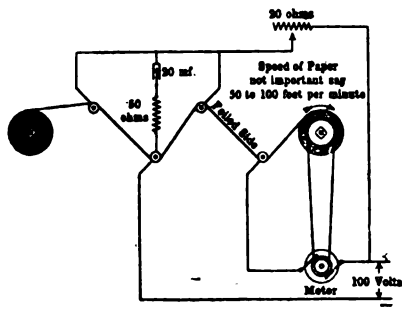


Fig. 1.

bande est soumis à son tour à l'action d'une tension de 100 volts. Une résistance de 50 ohms sert à limiter l'action des courts-circuits, et le condensateur de 20 microfarads renforce cette action au moment de la perforation.

Le condensateur enroulé doit être séché et pressé avant le paraffinage.

Le séchage se fait dans un four électrique, à une température n'excédant pas 100°C afin de ne pas détériorer la cellulose. L'opération est beaucoup plus facile et plus courte quand on fait circuler l'air dans le four ; en s'aidant d'un ventilateur on peut monter jusqu'à 145° ou 150°C., et le temps de séchage est réduit à 8 heures. L'influence du séchage est mise en évidence par la figure 2, où l'on voit l'augmentation de la résistance d'isolement en fonction du temps d'étuvage ; les résistances sont exprimées en mégohms-microfarads et portées en ordonnées ; les abscisses représentent les heures d'étuvage. La température du four était de 138°C. dans cet essai et la mesure faite, au bout de 60 secondes d'électrification, sous 300 volts. Pendant le séchage, il se produit souvent une contraction du papier qui amène des ruptures de la couche conductrice ; pour parer à cet inconvénient il est bon de conserver le papier dans un endroit sec ou de le faire sécher avant de l'enduire d'étain.

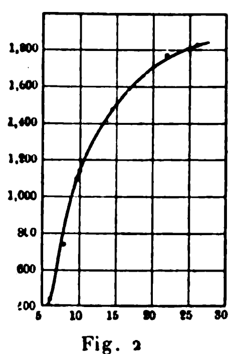


Fig. 2

Le paraffinage a pour but d'augmenter la capacité du condensateur, le pouvoir inducteur spécifique étant plus élevé pour le papier paraffiné que pour le papier sec. Cette opération a aussi l'avantage de protéger l'instrument contre la pénétration de l'humidité, et elle permet au condensateur de conserver la forme compacte que lui donne la pression finale.

Pour obtenir tout ce que le paraffinage peut donner, il faut chasser toutes les bulles d'air contenues dans le condensateur, ce qui se fait bien en opérant dans le vide. Dans un four convenable et avec un bon vide l'imprégnation est complète en 2 heures, à 100°C. Quand le condensateur est imprégné, on ramène à la pression atmosphérique pendant 10 minutes, puis on sort l'appareil encore chaud et on le porte sous la presse.

Il est bon de ne presser qu'un seul condensateur à la fois et de le mettre entre des plaques métalliques refroidies par un courant d'eau, ce qui évite que la paraffine sorte complètement. La capacité augmente avec la pression exercée, tandis que l'isolement diminue : la

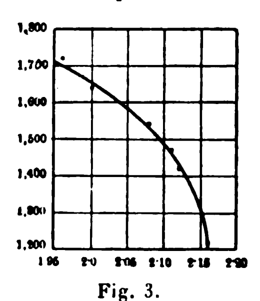


Fig. 3.

figure 3, qui donne la relation entre la capacité et la résistance, montre qu'au delà d'une certaine pression il n'y a plus intérêt à augmenter, la capacité restant constante et l'isolement diminuant.

Les condensateurs terminés sont placés entre deux plaques de fer tenues par des boulons et le tout est noyé dans la paraffine contenue dans une boîte scellée ; les fils de jonction sortent par des ouvertures scellées à l'aide d'un mélange non contractile de gutta, résine, stéarine et goudron de Norvège.

La figure 4 montre l'effet de la restauration automa-

(1) Brevet anglais n° 22130, 1905.

tique des condensateurs de ce système : l'isolement, mesuré au bout de 60 secondes, décroît quand la tension augmente, mais on voit que des décharges partielles

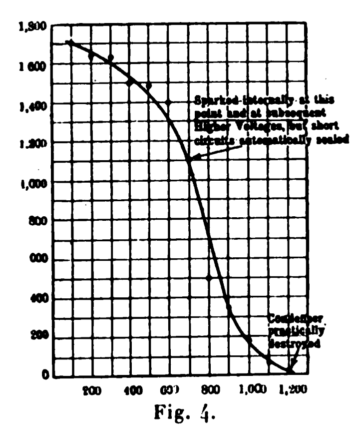
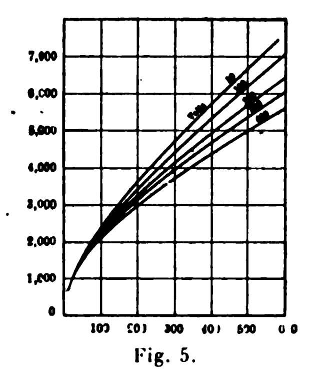


Fig. 4.

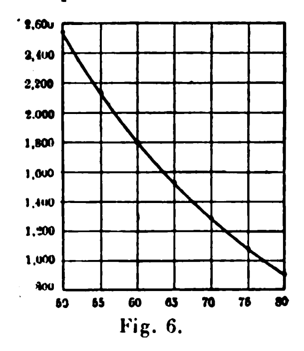
peuvent se produire sans empêcher le condensateur de fonctionner encore sous des tensions plus élevées; ce phénomène se présente à 700 volts et 1100 mégohms-microfarads sur la figure 4, tandis que la destruction du condensateur ne se produit qu'à 1200 volts. Les essais d'isolement, en fonction du temps d'électrification, sous des tensions différentes, sont résumés dans la figure 5, les mesures étant faites à la température de 16°C.; les


Fig. 5.

abscisses représentent les heures d'électrification.

La courbe de la figure 6 fournit des données intéressantes sur la variation de la capacité avec la température; ces mesures ont été faites sous 400 volts et après une durée de charge de 60 secondes. Cette courbe montre que le coefficient de variation de la résistance d'isolement, à la température ordinaire des laboratoires, est d'environ 6,3 pour 100 par degré centigrade; dans cette courbe les températures sont indiquées en degrés Farenheit.

L'auteur ne donne aucune indication sur la variation de la capacité avec la température, et c'est une chose regrettable, cette variation étant très différente suivant la construction des condensateurs. Il semble que les condensateurs de ce système ont, comme tous les appareils du même genre, une capacité assez mal définie, et M. B.-S. Cohen signale, dans la discussion, des différences assez grandes entre les mesures en courant continu et celles faites avec de l'alternatif : des écarts de plus de 20 pour 100 ont été observés, ce qui n'est pas extraordinaire pour des condensateurs en papier.


Fig. 6.

Ce système peut avoir des applications en dehors de la téléphonie; M. Manbridge signale, entre autres, la construction des câbles artificiels. Pour les bobines d'induction la résistance de la couche est trop grande; l'efficacité serait nulle, car il est facile de se rendre compte que le condensateur doit laisser passer l'intensité totale du courant, au moment de la rupture, sans créer une différence de potentiel importante; or, les mesures faites par M. J.-W. Record montrent qu'un condensateur de 2 microfarads, construit avec des bandes de 79^{mm} de largeur, a une résistance de 90 ohms. H. A.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.

Emploi de l'arc à courant alternatif pour la production de hautes fréquences, par W. PEUKERT (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 4 juin 1908, p. 562). — Dans les numéros du 15 fevrier et du 15 mars 1907 de *La Revue électrique*, nous avons signalé les expériences tentées par divers physiciens, notamment par M. Poulsen, pour augmenter la fréquence des oscillations dans le circuit en dérivation sur l'arc chantant de Duddell. L'auteur a trouvé très avantageux de remplacer le courant continu par du courant alternatif de basse fréquence. L'arc, excité entre charbons homogènes disposés dans un régulateur à main, est alimenté par un courant alternatif, sinusoïdal autant que possible, à 220 volts et 50 périodes. Une grande résistance intercalée entre la génératrice et l'arc assure le bon fonctionnement de celui-ci. Le diélectrique du condensateur est constitué par du papier paraffiné. Avant d'entrer dans le détail des propriétés de ce dispositif nouveau, nous parlerons d'une méthode permettant de déterminer la fréquence des oscillations ainsi produites et dans laquelle l'auteur semble avoir une très grande confiance. Nous en indiquons le principe ci-dessous [1]; mais, pour être applicable au cas actuel, la formule

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{cL} - \frac{1}{c^2 R^2}}$$

[1] Cette formule se rapporte à des publications antérieures de l'auteur, qui a indiqué un moyen simple pour déterminer le coefficient de self-induction d'une bobine et la fréquence d'un courant alternatif.

I. *Détermination du coefficient de self-induction d'une bobine.* — La bobine est suspendue à l'un des bras du fléau

($c \equiv C$ de la note) exige une correction relative à la variation de la capacité avec la fréquence, quand on fait usage d'un condensateur à diélectrique autre que l'air. La correction consiste à multiplier la capacité mesurée en courant continu par le facteur de fréquence du condensateur pour avoir la capacité en courant alternatif qui doit figurer dans la formule ci-dessus. Ce facteur est toujours plus petit que l'unité et variable avec la fréquence. Pour le déterminer on procède de la manière

---

d'une balance et ses extrémités reliées à une capacité C sur laquelle on dérive une résistance purement ohmique R, suivant le schéma de la figure *a*.

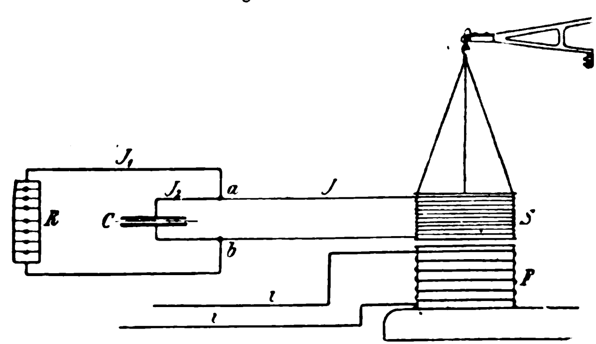


Fig. *a*. — Schéma du dispositif de Peukert pour la détermination du coefficient de self-induction d'une bobine.

On fait la tare de la bobine S; puis on amène au-dessous la bobine fixe F à travers laquelle on fait passer un courant alternatif. D'après les expériences d'Elihu Thomson, il y aura toujours répulsion entre les deux bobines; en effet, la force électromotrice secondaire présente, par rapport au courant primaire, un retard égal à $\frac{\pi}{2}$ et la self-induction introduit un nouveau déphasage compris entre o et $\frac{\pi}{2}$; les courants inducteur et induit sont donc de sens contraires; il y a répulsion d'autant plus intense d'ailleurs que le déphasage est plus voisin de 180°. Pour ramener la balance à sa position d'équilibre, il suffit de compenser le retard dû à la self-induction par intercalation dans le circuit d'une capacité C combinée à la résistance R. La self-induction L est alors reliée à C, R et ω par l'expression générale

$$(1) \qquad L = \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2};$$

comme $\omega^2 C^2 R^2$ est toujours petit devant l'unité, on se contentera de la formule approchée

$$(2) \qquad L = CR^2.$$

Pour la démontrer, nous représenterons par J et J_1 les valeurs efficaces des courants dans la bobine et dans la résistance, par J_2 le courant dû à la capacité, et enfin par E la tension efficace entre *a* et *b*. D'après le diagramme ci-contre (*fig. b*), on a

$$J^2 = J_1^2 + J_2^2 = \frac{E^2}{R^2} + \omega^2 C^2 E^2 = E^2 \frac{1 + \omega^2 C^2 R^2}{R^2},$$

d'où

$$E = \frac{JR}{\sqrt{1 + \omega^2 C^2 R^2}};$$

d'autre part,

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{J_2}{J_1} = \frac{\omega CE}{\frac{E}{R}} = \omega CR.$$

Or E peut se décomposer en deux parties : l'une $E \cos \varphi$ en phase avec J; l'autre, $E \sin \varphi$, en quadrature avec J ou projetée sur ωLJ. Pour annihiler la répulsion, il suffira d'ajuster les constantes du circuit de manière que

$$E \sin \varphi = \omega LJ$$

ou

$$\frac{JR \omega CR}{1 + \omega^2 C^2 R^2} = \omega LJ,$$

ou enfin

$$(1) \qquad L = \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2};$$

qui devient

$$(2) \qquad L = CR^2$$

quand le terme $\omega^2 C^2 R^2$ est négligeable devant l'unité.

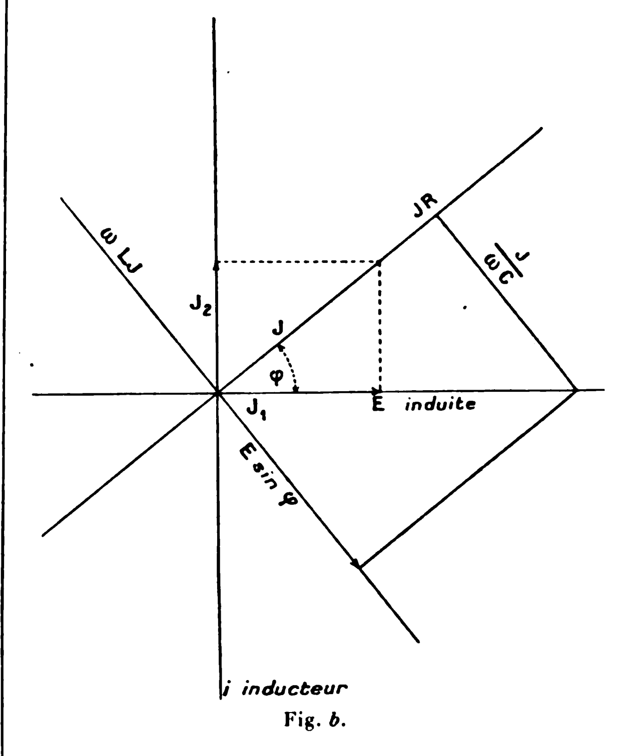


Fig. *b*.

La méthode, appliquée à une bobine comprenant 120 spires disposées en quatre couches de 2cm,4 de longueur, de 4cm,6 de diamètre intérieur et 5cm,1 extérieur, d'une résistance de 2,846 ohms, a donné L = 0,000 24 henry pour C = 9,5 microfarads et R = 4,99 ohms.

II. *Détermination de la fréquence d'un courant alternatif.* — Dans l'expression (1) ci-dessus on prend pour inconnue ω ou $2\pi f$;

$$(3) \qquad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{1}{C^2 R^2}};$$

naturellement on remplace la bobine S par un étalon de

suivante. Pour une même fréquence f, on rétablit l'équilibre de la balance d'abord avec une capacité c et une résistance R, puis avec une capacité $c_1 = \alpha c$ et une résistance R_1, c et c_1 étant les nombres lus sur la boîte. Le rapport $\frac{c_1}{c}$ fait connaître α. D'autre part, si c' et $c'_1 = \alpha c'$ sont les capacités vraies en courant alternatif, les deux expériences conduisent à l'égalité

$$\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{c'L} - \frac{1}{c'^2R^2}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{\alpha c'L} - \frac{1}{\alpha^2 c'^2 R_1^2}},$$

d'où l'on tire c'. Le rapport $\frac{c'}{c}$ donne le facteur de fréquence. Un de ces facteurs a été trouvé égal à 0,79, moyenne de plusieurs expériences très concordantes, pour un condensateur à paraffine de 1 à 10 microfarads. Dans le Tableau ci-dessous nous reproduisons les diverses valeurs obtenues pour la fréquence correspondante en faisant varier c et R :

c Microfarads.	R Ohms.	f.
2,37	10,6	1887
5,53	7,3	1752
6,32	7,0	1879
7,11	6,8	1896
	Moyenne.....	1854

La formule de Thomson $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL_1}}$ (C et L_1 capacité et self-induction du circuit oscillant) appliquée dans ce cas particulier a donné le nombre 1900, ce que l'auteur considère comme une concordance suffisante, car d'abord il est bien difficile de maintenir l'arc constant pendant une expérience si longue et que, d'autre part, la formule de Thomson ne convient pas précisément à ce circuit, dont la fréquence ne dépend pas uniquement de la self-induction et de la capacité, mais aussi de l'intensité du courant de l'arc.

Toutes choses égales d'ailleurs, la fréquence est d'autant plus élevée que la capacité est plus faible; en réduisant celle-ci de plus en plus, l'auteur est parvenu à rendre le son de l'arc si aigu, qu'on ne pouvait plus se faire une idée de la valeur de la fréquence à l'oreille. Pour la mettre en évidence, on remplace dans le circuit la bobine L_1 par un fil de cuivre de 9mm de diamètre, courbé en demi-cercle, dont le diamètre renferme une lampe de 6 volts, comme dans les expériences de Tesla. Dans ces conditions la lampe brille d'un vif éclat; on peut abaisser la capacité jusqu'à 0,005 microfarad. Un ampèremètre calorique substitué à la lampe montre que le circuit oscillant est parcouru par un courant de capacité très intense.

Avec ces faibles capacités, l'arc ne doit pas dépasser 1mm. La fréquence calculée par la formule de Thomson est de l'ordre de 10^6. L'intensité du courant primaire peut varier entre 1 et 5 ampères; pour 2 ampères, l'intensité du courant de capacité est de 30 ampères.

Comme avec l'arc en courant continu, mais avec beaucoup plus de succès et de facilité, on peut accroître l'énergie mise en jeu en disposant plusieurs et même jusqu'à 10 arcs en série, on diminue l'usure des charbons en les faisant brûler dans une atmosphère d'hydrogène ou de gaz d'éclairage.

On aura une idée du rôle de l'atmosphère où brûle l'arc en se rappelant que la tension aux bornes d'un arc de 1mm de longueur croît brusquement jusqu'à 370 volts quand on le porte dans une enceinte remplie de gaz d'éclairage. La figure 1 représente schématiquement les dispositions expérimentales préconisées par l'auteur. W est un alternateur à basse tension et de fréquence 50. Le courant qu'il fournit est élevé par le transformateur T à 3000 volts qui se répartissent entre une série de lampes L. S et C constituent l'inductance et la capacité en dérivation sur le circuit des lampes. La capacité est un condensateur à lame d'air de 0,04 microfarad. L'arc allumé entre les charbons répand une lumière blanche très agréable. En couplant une deuxième bobine s avec S, on obtient des courants de fréquence d'autant plus élevée que le rapport de transformation de s et S est plus grand. Ces courants se prêtent à des expériences très intéressantes sur la décharge.

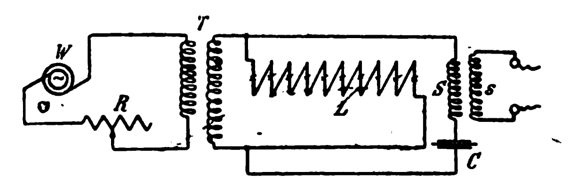


Fig. 1. — Dispositif expérimental d'un générateur à haute fréquence de Peukert.

Comme l'a démontré Righi tout d'abord, il est possible de produire des courants de fréquence élevée en remplaçant l'arc alternatif par un tube de Geissler à hydrogène alimenté par un transformateur ou une bobine d'induction et aux bornes duquel on dérive une self-induction et une capacité convenables. Dans ce cas, on ne doit employer qu'un faible courant pour éviter un échauffement dangereux des électrodes. En résumé, l'arc à courant alternatif est plus avantageux que l'arc à courant continu pour la production des hautes fréquences. Grâce à la constance de son fonctionnement, il est tout indiqué en télégraphie sans fil; pour cette dernière application, en particulier, l'auteur a réalisé un générateur à haute fréquence dont il donnera ultérieurement une description. B. K.

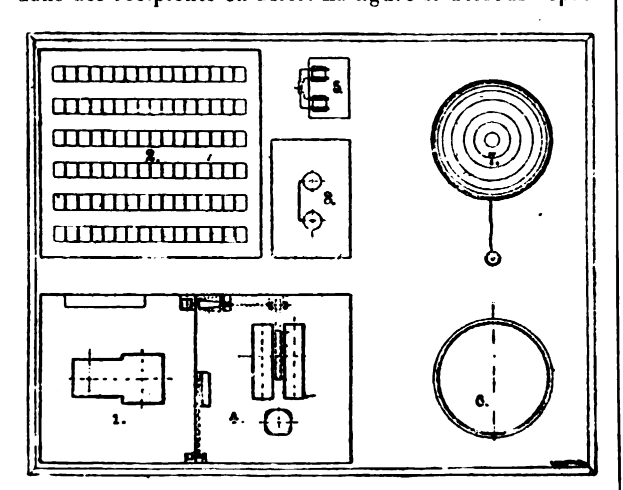
self-induction. On admet que le coefficient de self-induction de la bobine et la capacité du condensateur sont indépendants de la fréquence. Ceci semble vrai pour des condensateurs à air, d'une part, et, d'autre part, pour des bobines dont le coefficient de self-induction est inférieur à 0,001 henry, la fréquence restant au-dessous de 2000 périodes par seconde. D'ailleurs, dans les expériences actuelles, la valeur de L doit toujours être assez faible pour que la quantité sous le radical soit positive. Pour de plus amples détails, voir *E. T. Z.*, 1905, p. 922 et 1087; 1906, p. 768.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

DIVERS.

L'obtention électrolytique de l'hydrogène et les applications de ce gaz (*Elektrochemische Zeitschrift*, t. XIV, février et mars 1908, p. 230 et 248). — Grâce aux progrès réalisés dans les électrolyseurs, l'hydrogène électrolytique tend de plus en plus à supplanter l'hydrogène obtenu par attaque du fer par l'acide sulfurique, dans le gonflement des ballons. L'hydrogène électrolytique est d'ailleurs plus pur et, par suite, plus léger que ce dernier. En outre, à côté de l'hydrogène, l'électrolyse fournit l'oxygène qui trouve actuellement de nombreux emplois.

Parmi les différents systèmes d'électrolyseurs, l'Administration de l'armée allemande a choisi l'électrolyseur Schuckert et elle a fait installer par la Société Elektricitäts-Aktiengesellschaft, anciennement Schuckert et C°, de Nuremberg, une usine capable de produire en 24 heures 600^{m^3} d'hydrogène destiné au gonflement des ballons. Cet hydrogène est envoyé selon les cas directement dans des gazomètres ou comprimé dans des récipients en acier. La figure ci-dessous représente le plan de l'installation. En 1 se trouve la station électrique; en 2, les électrolyseurs; en 3, les laveurs de gaz. Le compresseur est représenté en 4; la salle où l'on fait le remplissage du gaz comprimé, en 5, et le gazomètre, en 6.



Comme énergie, l'usine reçoit du courant triphasé à 3000 volts provenant d'une usine hydraulique. Une dynamo à courant continu et à excitation en dérivation, directement accouplée à un moteur à courant triphasé de 300 chevaux, donne le courant nécessaire pour l'électrolyse, soit 1800 ampères sous 85 à 110 volts. Un moteur à courant triphasé de 70 chevaux sert à actionner le compresseur. Enfin un petit moteur de 1,5 cheval, également à courant triphasé, actionne la pompe à eau de refroidissement du compresseur. Pour l'éclairage, on emploie le courant triphasé à la tension de 110 volts.

Pour prévenir les explosions, on évite l'installation des moteurs, interrupteurs ou autres appareils pouvant donner des étincelles dans les locaux fermés où le gaz est produit ou manipulé. De même, dans ces locaux, les lampes sont enfermées dans des enveloppes hermétiques en verre.

Il y a 3 groupes de 34 électrolyseurs en série; chacun de ces groupes absorbe 600 ampères. Les électrolyseurs travaillent dans les meilleures conditions, c'est-à-dire avec la plus faible tension, lorsque l'électrolyte (lessive de potasse à 20 pour 100) atteint la température de 60° à 70° C., ce qui survient après environ 6 heures de fonctionnement. A cette température, il suffit d'une puissance de 160 kilowatts pour obtenir 600^{m^3} d'hydrogène en 24 heures, ce qui correspond à une dépense d'énergie de 6,4 kilowatts-heure par mètre cube d'hydrogène. Pour protéger les électrolyseurs contre les pertes de chaleur, on les dispose dans des caisses en bois remplies de sable.

Les électrolyseurs sont entièrement en fer; ils n'ont pas de diaphragmes. L'entretien comprend donc uniquement le remplacement des anodes en fer et éventuellement des joints en caoutchouc. Ce remplacement se fait environ tous les ans. Pour les anodes, on compte d'ailleurs une dépense de 2^{kg} de tôle de fer pour 100^{m^3} d'hydrogène produit.

Les gaz sont produits sous une pression de 80^{mm} d'eau et dans un état de pureté de 97 à 99 pour 100; ils sont ainsi complètement inexplosifs. Pendant qu'on laisse l'oxygène se dégager librement, l'hydrogène est conduit aux laveurs qui comprennent un laveur à plateaux et une colonne à coke. L'eau de lavage qui a dissous la potasse entraînée retourne dans les électrolyseurs. Entre les conduites d'amenée de l'hydrogène et les laveurs existent des dispositifs agissant comme soupapes de sûreté et laissant échapper le gaz à l'air libre dans le cas d'une pression trop élevée.

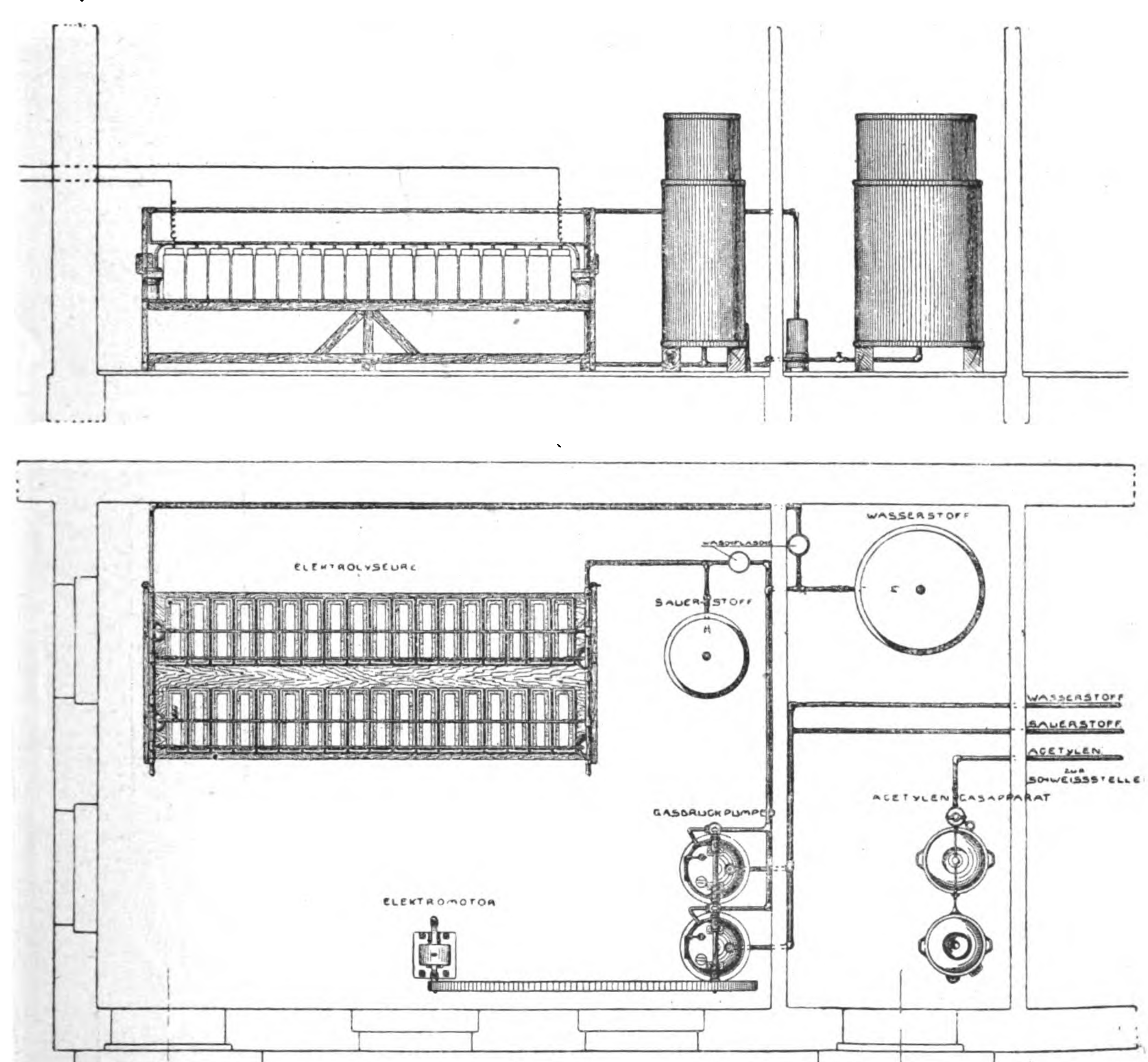
Des laveurs, l'hydrogène se rend aux gazomètres où on le prend directement pour le gonflement des ballons. Le compresseur aspire le gaz du gazomètre et le comprime à 150^{atm} en quatre phases successives séparées chacune par un refroidissement. Pour comprimer dans ces conditions 60^{m^3} d'hydrogène à l'heure, il suffit d'une puissance de 30 chevaux avec une vitesse de 75 tours par minute. On peut augmenter la puissance en augmentant la vitesse, qui peut être portée à 90 tours par minute. On emploie alors un moteur triphasé de 70 chevaux et un dispositif de courroie avec arbre conique.

Dans la salle de remplissage, on peut remplir simultanément quatre récipients en acier. Un mur de protection met les hommes occupés au maniement des soupapes à l'abri de l'explosion d'un récipient défectueux.

Les électrolyseurs sont construits de telle sorte qu'ils peuvent fournir une quantité double, soit 1200^{m^3} d'hydrogène en 24 heures avec une augmentation de tension

de 20 pour 100. Dans ce cas, un deuxième groupe moteur triphasé-générateur continu est mis en parallèle avec le premier.

Devant les bons résultats de cette installation, une autre semblable doit être prochainement établie pour l'Administration de la Guerre. Celle-ci utilisera du



Installation complète pour la soudure autogène.

courant alternatif à haute tension provenant d'une station centrale utilisant les gaz de hauts fourneaux.

Une application très importante de l'hydrogène est la soudure autogène au chalumeau à hydrogène et oxygène. La soudure autogène trouve son emploi dans toutes les industries de machines, de travail des métaux, dans les fabriques de chaudières, de tubes, de tonneaux métalliques, d'ustensiles de ménage et de cuisine, dans les ateliers de construction, les forges, dans les fabriques d'objets en cuivre, d'accumulateurs, dans l'industrie du verre, etc.

Si la consommation de gaz n'est pas très élevée, on utilise dans ces cas les récipients de gaz comprimés, avec lesquels l'hydrogène coûte de 1^{fr} à $1^{fr},25$ le mètre cube et l'oxygène environ $3^{fr},75$ le mètre cube. Mais, dès que la consommation devient un peu importante, on a intérêt à fabriquer directement les gaz à l'aide d'électrolyseurs.

Dans ces électrolyseurs, on obtient 2^{vol} d'hydrogène pour 1^{vol} d'oxygène. Or, pour avoir une bonne flamme au chalumeau, il faut consommer, pour 2^{vol} d'hydrogène, $0^{vol},5$ d'oxygène. On n'utilise donc ainsi que la moitié de l'oxygène produit. Pour tirer parti de l'autre moitié de l'oxygène, on a imaginé de joindre à l'installation un générateur d'acétylène. On brûle ce gaz au chalumeau en mélange avec l'oxygène. La combinaison

des deux procédés est très heureuse, car dans certains cas (soudure des tôles minces, par exemple) le chalumeau à hydrogène-oxygène est le plus avantageux, tandis que dans d'autres cas (soudure des tôles épaisses, par exemple) il est préférable d'employer le chalumeau à acétylène et oxygène.

Une installation de ce genre est représentée en plan et en élévation dans la figure de la page précédente. Elle comprend une batterie d'électrolyseurs (elektrolyseure), un gazomètre pour l'hydrogène (wasserstoff), un gazomètre pour l'oxygène (sauerstoff), deux compresseurs (gasdruckpumpen) actionnés par courroie à l'aide d'un électromoteur, avec réservoirs, un appareil à acétylène (acetylengasapparat), des flacons laveurs de gaz (waschflasche).

L'hydrogène et l'oxygène, produits à la pression de 60^{mm} à 70^{mm} d'eau et à la pureté de 97 à 99 pour 100, sont lavés et vont dans les gazomètres. Les pompes les aspirent là et les compriment dans des réservoirs et à la pression convenable pour la soudure. Les pompes travaillent d'une façon continue, l'excès de gaz retournant aux gazomètres. La puissance nécessaire pour actionner les deux pompes à gaz est de 1 à 4 chevaux, selon la pression nécessaire; celle-ci dépend de l'épaisseur des tôles à souder.

Pour une production de $1^{m^3},5$ de gaz, la consommation d'énergie est de 13 chevaux-heure. Cette consommation peut même être réduite à 10 chevaux-heure, mais alors la batterie d'électrolyseurs coûte plus cher. Les électrolyseurs peuvent supporter sans inconvénients une surcharge constante de 10 pour 100 et une surcharge momentanée de 30 pour 100.

Les exemples suivants montrent l'économie des installations de ce genre. On suppose ici qu'on adjoint une batterie d'électrolyseurs à une dynamo déjà existante et que l'énergie revient à $0^{fr},0375$ le cheval-heure.

Premier exemple. — On consommait antérieurement par jour 60^{m^3} d'hydrogène et 15^{m^3} d'oxygène achetés comprimés en tubes. Cette quantité est remplacée par une installation produisant 30^{m^3} d'hydrogène, 15^{m^3} d'oxygène et 6^{m^3} d'acétylène. Les dépenses journalières s'établissent comme suit :

	fr
Énergie dépensée dans les électrolyseurs (390 chevaux-heure)	14,62
Énergie dépensée par les pompes (30 chevaux-heure)..	1,13
Entretien de l'installation ($0^{fr},0625$ pour $1^{m^3},5$ de gaz obtenu)	1,87
Acétylène (6^{m^3} à $1^{fr},25$)	7,50
Amortissement et intérêt (15 pour 100 du coût d'installation), environ	8,13
Total	33,25

Au lieu de cette somme, on avait antérieurement à dépenser journellement $116^{fr},25$ en achetant les gaz à l'état comprimé (60^{m^3} d'hydrogène à 1^{fr} le mètre cube et 15^{m^3} d'oxygène à $3^{fr},75$ le mètre cube).

Deuxième exemple. — On consommait antérieurement 25^{m^3} d'oxygène comprimé en tubes et 20^{m^3} d'acétylène provenant du carbure. Comme la flamme du chalumeau à acétylène-oxygène par sa plus haute température permet une soudure plus rapide que celle du chalumeau à hydrogène-oxygène, il faut, pour obtenir les mêmes résultats, remplacer la quantité ci-dessus de gaz par 54^{m^3} d'hydrogène, 27^{m^3} d'oxygène et 12^{m^3} d'acétylène. Dans ce cas, les dépenses journalières sont les suivantes :

	fr
Énergie dépensée dans les électrolyseurs (702 chevaux-heure)	26,33
Énergie dépensée par les pompes (40 chevaux-heure)..	1,50
Entretien de l'installation (comme ci-dessus)	3,37
Acétylène (12^{m^3} à $1^{fr},25$)	15,00
Amortissement et intérêt (15 pour 100 du coût d'installation), environ	10,00
Total	56,20

L'économie qui en résulte est encore très grande, puisqu'il fallait dépenser précédemment $118^{fr},75$ correspondant à l'achat de 25^{m^3} d'oxygène à $3^{fr},75$ le mètre cube et de 20^{m^3} d'acétylène à $1^{fr},25$ le mètre cube.

Le Tableau suivant donne, en centimes, le prix de revient du mètre de soudure en fonction de l'épaisseur de la tôle et dans le cas des deux exemples ci-dessus :

Épaisseur de la tôle en mm.	Premier exemple.		Deuxième exemple.	
	Hydrogène et oxygène en tubes.	Hydrogène, oxygène et acétylène (avec installation).	Acétylène et oxygène en tubes.	Hydrogène, oxygène et acétylène (avec installation).
	c	c	c	c
1	12,00	2,75	4,75	2,38
2	28,75	6,38	11,25	5,75
3	50,00	12,25	21,88	11,00
4	81,25	18,12	35,00	17,50
5	162,50	30,00	43,75	25,00
6	262,50	47,50	61,25	37,50
7	425,00	61,25	85,00	53,75
8	687,50	85,00	112,50	73,75

La consommation approximative de gaz et le nombre de mètres de soudure par heure sont donnés dans le Tableau suivant. Il s'agit ici de tôles en acier Siemens-Martin traitées soit au chalumeau à hydrogène-oxygène, soit au chalumeau à acétylène-oxygène.

Épaisseur de la tôle en mm.	Consommation en litres par heure.		Production en mètres de soudure.	Consommation en litres par heure.		Production en mètres de soudure.
	Hydrogène.	Oxygène.		Acétylène.	Oxygène.	
1	500	140	9,0	80	110	11,0
2	750	180	5,0	130	160	7,0
3	1100	260	4,0	210	275	6,0
4	1500	380	3,3	290	380	5,5
5	2400	540	3,0	370	460	5,0
6	3400	700	2,5	470	580	4,5
7	4400	850	2,0	570	710	4,0
8	5400	1100	1,5	660	820	3,5

I. J.

BIBLIOGRAPHIE (¹).

État actuel de la Science électrique. Phénomènes, applications, théories, par DEVAUX-CHARBONNEL, ingénieur des Télégraphes, professeur à l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes, avec préface de M. POINCARÉ, membre de l'Institut. Grand in-8° de x-650 pages, avec 346 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris (VIe). Prix : broché, 20fr; cartonné, 21fr,50.

Dans la préface dont il a bien voulu honorer cet Ouvrage, M. H. Poincaré en a fait ressortir le caractère personnel qui le différencie nettement des Ouvrages techniques parus jusqu'à ce jour. Il est d'une lecture facile pour ceux qui n'ont qu'une instruction mathématique élémentaire et il nous met au courant des derniers progrès de la Science électrique moderne. L'Ouvrage comprend trois Parties : les phénomènes, les applications et la théorie. Dans la première, l'auteur rappelle les phénomènes électriques déduits de l'expérience, ainsi que les formules qui les synthétisent. Il débute par le courant et confond dans un même Chapitre le Magnétisme, l'Électromagnétisme et l'Électrodynamique; car, si l'on admet l'hypothèse d'Ampère qui assimile les aimants à des courants d'un genre particulier, la fusion des trois genres de phénomènes est parfaitement légitime. On passe ensuite de l'Électricité dynamique à l'Électricité statique, en prenant comme intermédiaire le condensateur. L'enseignement de l'Électricité gagnerait beaucoup à adopter la méthode de M. Devaux-Charbonnel, qui a su, par cet artifice, alléger d'une façon sensible le programme de ses Cours. Les applications en courant continu et alternatif comprennent d'abord une longue étude des lignes aériennes, souterraines et sous-marines au point de vue de leur emploi en Télégraphie et Téléphonie; l'auteur y expose les méthodes utilisées pour la mesure de la résistance des plaques de terre, de l'isolement, de la capacité et de la self-induction; les procédés de construction susceptibles de diminuer les effets d'induction mutuelle des lignes aériennes ou autrement l'anti-induction; la vitesse de propagation du courant sur les lignes, qu'il ne faut pas confondre avec la vitesse de transmission. Des exemples numériques nombreux montrent une concordance très satisfaisante entre les valeurs expérimentales et les valeurs théoriques obtenues pour les différentes constantes d'un circuit télégraphique. Beaucoup de résultats, d'ailleurs, et de perfectionnements sont le fruit des propres travaux de l'auteur; cette partie est donc très documentée et très intéressante. Nous avons moins de renseignements sur les courants téléphoniques, qui sont les seuls courants alternatifs industriels traités dans ce Livre. On ne sait rien, en effet, de leur composition, de leurs principaux harmoniques, de leur fréquence, etc. Ces courants sont si faibles que l'oscillographe lui-même est incapable de les déceler. Cependant, il est un phénomène sur lequel on a des données expérimentales et théoriques bien précises : c'est celui de l'affaiblissement de ces courants par suite de leur propagation le long des lignes. M. Devaux-Charbonnel rappelle d'abord la formule qui donne le coefficient d'affaiblissement en fonction de la résistance, de la capacité et de la self-induction de la ligne et de la fréquence du courant, et parle des dispositifs de Pupin, d'une part, et de Barbarat, d'autre part, pour améliorer les transmissions téléphoniques. Le Chapitre qui termine les applications est consacré à quelques considérations générales sur les oscillations électriques et à leur application à la Télégraphie et à la Téléphonie sans fil.

Nous arrivons maintenant à la troisième Partie, les théories où l'auteur expose d'une façon remarquable les idées modernes sur l'Électricité : par le classement méthodique des matières et le choix judicieux des expériences et des formules, il est parvenu à donner une vue d'ensemble sur les propriétés des ions et des électrons plus que suffisante pour initier le lecteur aux progrès réalisés dans ces dernières années et lui permettre d'aborder l'étude des Mémoires particuliers généralement très compliqués. Avec le Livre de M. Mainville, dont nous avons signalé l'apparition il y a quelque temps, le présent Ouvrage contribuera pour une large part à la diffusion des conceptions hardies et neuves des physiciens de notre époque. Dans le premier Chapitre, l'auteur rappelle les théories mathématiques du siècle dernier, qui ont bien conduit à des résultats remarquables, tout particulièrement pour la propagation des ondes électriques et de leur assimilation aux ondes lumineuses, mais elles sont restées impuissantes à donner la moindre idée sur la nature intime de l'Électricité. Les théories physiques, au contraire, prennent comme point de départ des hypothèses sur la nature même de l'Électricité et sont confirmées par des faits expérimentaux d'une valeur indiscutable. Tous ces faits sont ensuite exposés ou rappelés dans l'ordre suivant : ions dans l'électrolyse, propriétés des rayons cathodiques, des rayons de Goldstein, de Léonard, de Thomson, de Becquerel et de Röntgen; ions dans les gaz et les vapeurs; propriétés des ions et des diverses espèces d'ions. L'auteur nous amène enfin à cette conclusion « qu'il existe des corpuscules négatifs ou électrons possédant une certaine masse de nature électromagnétique et des corpuscules positifs moins connus que les premiers. Or, comme les corpuscules sont extraits de la matière des corps et qu'ils en possèdent la qualité fondamentale, c'est-à-dire la masse, on est conduit à formuler l'hypothèse que la matière elle-même ne serait composée uniquement que d'électrons; mais, puisqu'au

(¹) Il est donné une analyse bibliographique de tout Ouvrage dont *deux* exemplaires sont adressés à la Rédaction.

moment de la perte d'un corpuscule l'atome reste chargé positivement, il faut donc supposer que la matière renferme aussi un agrégat de centres positifs; comme ceux-ci n'ont jamais été isolés, on n'a aucune idée de leur constitution. Nous admettrons cependant qu'il y a un noyau positif dans l'atome et que les électrons sont groupés autour de ce noyau. » Dans le dernier Chapitre : Applications de la théorie des électrons, M. Devaux-Charbonnel montre que cette théorie rend parfaitement compte de tous les phénomènes électriques : décharge disruptive, aigrette, arc électrique, conduction métallique, phénomène de Zeeman, etc.

La technique pratique des courants alternatifs, par GIUSEPPE SARTORI, ingénieur, professeur à l'Institut technique supérieur de Milan. 2e édition française, traduite de l'italien, revue et complétée par J.-A. MONTPELLIER. Tome I : *Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif.* 1 vol. $25^{cm} \times 16^{cm}$, 506 p., 255 fig. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix : broché, 15^{fr}; cartonné, $16^{fr},50$.

La rapidité avec laquelle s'est épuisée la première édition française de cet Ouvrage montre suffisamment, sans que nous ayons besoin de répéter ce que nous disions au moment de l'apparition de cette édition, que l'auteur a atteint le but qu'il se proposait : exposer les courants alternatifs de façon assez élémentaire pour être compris de tous et d'une manière assez complète pour être néanmoins utile à l'ingénieur qui connaît déjà la théorie mathématique de ces courants.

L'excellent et consciencieux traducteur de l'Ouvrage a d'ailleurs profité de la publication de la seconde édition pour le mettre au courant des progrès récents. Il a notamment complété le Chapitre relatif aux instruments de mesure, aux condensateurs et aux lignes de transmission. Il a presque entièrement rédigé à nouveau le Chapitre des moteurs asynchrones à courant alternatif simple.

Cet Ouvrage, en vulgarisant des connaissances qui ne doivent être ignorées par aucun de ceux qui de près ou de loin touchent à l'industrie électrique, ne peut manquer de contribuer au développement de celle-ci.

Manuel pratique de Galvanoplastie et de dépôts électrochimiques, par ANDRÉ BROCHET, Dr ès sciences. 1 vol. $12^{cm} \times 18^{cm}$, 416 pages, 148 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Prix cartonné : 5^{fr}.

Comme le dit très justement M. A. Haller dans la préface qu'il a composée pour cet excellent Manuel, toute industrie, quelle qu'elle soit, est contrainte de se retremper, de temps à autre, aux sources de la science dont elle dérive, si elle ne veut pas s'égarer dans les voies toujours tentantes de l'empirisme.

Il faut savoir gré à M. A. Brochet d'avoir projeté les lumières de la Science sur une industrie que l'empirisme souverain tendait à transformer en un royaume de ténèbres. S'il est très facile d'obtenir, par électrolyse d'une solution métallique, un dépôt du métal sur la cathode, l'obtention d'un dépôt adhérent et possédant les qualités convenables est chose souvent fort malaisé, et l'on considère assez généralement que pour y parvenir il faut être possesseur d'un tour de main particulier, consistant le plus souvent en une formule très compliquée pour la composition du bain. Ces formules, dont le nombre est considérable, l'auteur les a ramenées à quelques-unes types dont il discute la teneur et le rôle des principaux constituants, en indiquant les modifications à apporter dans les cas particuliers. Il donne aussi les principales constantes (densité, résistivité, conductivité, teneur en métal par litre) des formules spécifiées, constantes qui résultent pour la plupart de ses déterminations personnelles.

L'Ouvrage est divisé en six Parties. La première est relative aux théories et généralités (lois générales de l'électricité, notions élémentaires sur les dynamos, piles, accumulateurs, appareils de mesure). On y trouve notamment un exposé simple de la théorie de la dissociation électrolytique dont il est fait une application constante dans tout le cours de l'Ouvrage. L'installation de l'atelier (matériel, polissage, dégraissage, décapage) fait l'objet de la deuxième Partie.

La troisième Partie, la plus importante, traite des dépôts électrochimiques (cuivrage, zingage, laitonnage, nickelage, argenture, dorure, étamage, platinage, etc.). Dans la quatrième Partie : Galvanoplastie, on trouve une étude sur l'Électrotypie rapide, question relativement nouvelle et sur laquelle l'auteur donne tous les renseignements désirables.

Les deux dernières Parties sont relatives aux dosages des matières premières, ainsi qu'à la réglementation des ateliers.

L'ensemble est traité par M. A. Brochet avec une rare compétence, et le nouveau Manuel sera lu avec profit non seulement par les professionnels de la Galvanoplastie, mais encore par toutes les personnes qu'intéressent les questions électrochimiques. L. JUMAU.

Construction pratique et applications des bobines d'induction dites de Ruhmkorff, par H. DE GRAFFIGNY. 1 vol. $18^{cm} \times 12^{cm}$, 180 p., 83 fig. H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, éditeur. Prix : broché, $1^{fr},50$.

Ce petit Volume est destiné à l'amateur, qui y trouvera les indications théoriques et pratiques qu'il est indispensable de posséder pour construire soi-même et sans outillage compliqué des bobines de Ruhmkorff, et tirer d'un appareil de grandeur donnée les meilleurs résultats.

Le diamant artificiel, par H. de GRAFFIGNY. 1 vol. $18^{cm} \times 12^{cm}$, 88 p., 22 fig. J. Rousset, 1, rue Casimir-Delavigne, éditeur. Prix : $1^{fr},25$.

Après avoir rappelé les connaissances actuelles sur l'origine et les propriétés du diamant naturel, l'auteur expose les travaux qui ont été faits en vue de produire artificiellement ce corps ; il termine par quelques indications sur la fabrication d'une autre pierre précieuse, le rubis.



VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du Ministre des Travaux publics instituant une Commission d'étude des questions relatives aux adjudications publiques.

RAPPORT AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 22 juin 1908.

Monsieur le Président,

Un certain nombre d'adjudications importantes, tentées récemment par mon département, ont donné lieu à des insuccès répétés, d'un caractère tout à fait anormal, soit qu'aucune soumission n'ait été présentée, soit que les soumissionnaires aient demandé une majoration des prix. Pour obtenir un résultat, j'ai dû, dans la plupart des cas, admettre une augmentation généralement considérable de la dépense prévue.

Ces insuccès ne sont d'ailleurs particuliers ni aux travaux de l'Administration des Travaux publics, ni à une région; ils se sont produits presque simultanément pour le compte d'autres administrations et sur les points du territoire les plus éloignés.

La situation m'a paru de nature à préoccuper sérieusement les Pouvoirs publics, et j'ai pensé qu'il y avait intérêt à en faire l'objet d'une étude approfondie à laquelle devaient être appelés à participer tous les ministères intéressés.

J'ai, dès lors, proposé à mes collègues de confier à une Commission, comprenant deux représentants de chacune de leurs administrations, la recherche des origines de la crise, de ses suites possibles ou probables et des mesures à prendre, s'il y a lieu, en vue d'atténuer les charges supplémentaires pour le Trésor public qui pourraient en être la conséquence.

Cette Commission n'aurait qu'un caractère temporaire et ses travaux devraient être terminés dans un temps assez court. Sa mission nettement définie et son objet immédiat beaucoup plus restreint ne permettraient pas de la confondre avec la Commission spéciale du chômage instituée par décret du 31 mars dernier, sur le rapport de M. le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale.

C'est d'accord avec mes collègues que j'ai l'honneur de soumettre à votre signature le décret ci-joint, qui institue cette Commission et en nomme les membres.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre des Travaux Publics,
des Postes et des Télégraphes,
LOUIS BARTHOU.

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Il est institué, au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, une Commission spéciale chargée d'étudier l'ensemble des questions relatives aux adjudications de travaux publics.

ART. 2. — Cette Commission est composée comme il suit :

M. Laurent, premier président de la Cour des comptes, président;

M. Colson, conseiller d'État.

Membres représentant les administrations intéressées :

Intérieur. — M. Marion, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, membre du Comité technique de la vicinalité.

M. Boncorps, ancien agent voyer en chef, membre du Comité technique de la vicinalité.

Finances. — M. Privat-Deschanel, conseiller d'État, directeur de la comptabilité publique.

M. Clugnet, ingénieur en chef du Service central des constructions des manufactures de l'État.

Guerre. — M. le contrôleur de 1re classe de l'Administration de l'armée Weil, président de la Commission des cahiers des charges et marchés.

M. le général de brigade Bérard, directeur du Génie à Paris, membre du Comité technique du Génie.

Marine. — M. Barbé, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, adjoint à l'inspection générale des travaux maritimes.

M. Tissier, ingénieur en chef de 1re classe du Génie maritime, rapporteur de la Commission des machines et du grand outillage.

Beaux-Arts. — M. Parnageon, contrôleur général des travaux d'architecture.

M. Selmersheim, inspecteur général des monuments historiques.

Travaux publics. — M. Alexandre, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

M. de Préaudeau, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Postes et Télégraphes. — M. Estaunié, directeur du matériel et de la construction.

M. Bazille, ingénieur, chef de bureau à la même direction.

Agriculture. — M. Cabaret, directeur du Secrétariat, du personnel central et de la comptabilité.

M. Pochet, inspecteur général de l'Hydraulique agricole.

Commerce et Industrie. — M. Corra, chef de bureau à la direction de l'enseignement technique.

M. J. Marcadet, chef de bureau à la direction du personnel de la marine marchande et des transports.

Colonies. — M. Coutard, inspecteur des finances, directeur de la comptabilité.

M. Boutteville, inspecteur général des travaux publics des colonies.

Travail et Prévoyance sociale. — M. Arthur Fontaine, conseiller d'État, directeur du travail.

M. Boulisset, inspecteur divisionnaire du travail.

MM. Pigeaud, ingénieur des Ponts et Chaussées, et Le Conte, auditeur à la Cour des comptes, rempliront les fonctions de secrétaire.



Art. 3. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 22 juin 1908.

A. Fallières.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
Louis Barthou.

(*Journal officiel* du 2 juillet 1908.)

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements. — Par arrêtés du 8 juillet 1908 (*Journal officiel* du 9 juillet 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans les départements de l'Aube, de la Corrèze, du Doubs.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal de la séance du lundi 6 juillet 1908 du Comité consultatif du Syndicat des Usines d'électricité (1).

Présents : MM. Frénoy, président; Fontaine, secrétaire; Cochegrus, de Clarens, Dourcrain, Hussenot, Philippart, Sirey.

Absent excusé : M. Duvaux.

Tribunal de commerce. — M. le Secrétaire rend compte du jugement du Tribunal de Commerce de Perpignan du 17 février 1908, Fourcade-Blanc c. Yulsari et Boin-Courtier : commission, marché conclu, non exécuté, payement (*Loi*, 4 juin 1908).

Il est également donné connaissance du jugement du Tribunal de Commerce de Lille du 16 mars 1908, Société lilloise d'Éclairage électrique c. Compagnie des Tramways de Lille et de sa banlieue : Compagnie de tramways électriques, vente d'excédents d'énergie, autorisation, acte licite (circ. n° 40 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz).

Louage de services. — M. le Secrétaire communique au Comité le jugement du Tribunal de Toulouse du 12 février 1908, Laroche c. Lombrail et Devrigny : I. Saisie-arrêt, avances faites par un employé à son patron, frais de voyage, remise de fonds par le patron, compte des avances et des remises, assimilation à un compte courant, nullité de la saisie qui ne porte pas exclusivement sur le solde de compte. II. Louage de service, faute de l'employé, renvoi justifié (*Loi*, 1er juillet 1908).

Il est rendu compte du jugement du Conseil des prud'hommes de la Seine du 30 mai 1908, Cavanelle c. dame Marion : louage de services, durée indéterminée, résiliation, patron, délai-congé, suppression, dommages-intérêts éventuels, renonciation à l'avance, validité, règlement d'atelier, caractère obligatoire, condition (*Loi*, 13 juin 1908).

Repos hebdomadaire. — M. le Secrétaire donne connaissance au Comité consultatif des arrêts suivants de la Cour de Cassation . 25 octobre 1907, repos hebdomadaire, loi du 13 juillet 1907, gérant, articles 1 et 2 non applicables (*Loi*, 4 juin 1908); 8 février 1908, X... c. Ministère public, employé participant aux bénéfices, application de la loi sur le repos hebdomadaire (circ. n° 33 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz).

Interprétation de conventions. — Le Comité consultatif, après avoir pris connaissance des questions successivement posées relativement à un traité de fourniture du courant, répond comme suit :

« Le traité en question ne contient pas de clause stipulant la résolution du contrat de fourniture du courant pour le cas où la Compagnie viendrait à être mise en liquidation. D'autre part, la mise en liquidation d'une Société n'est pas un cas de force majeure la dispensant de l'exécution de ses engagements.

» Par conséquent, conformément aux principes généralement admis en matière de liquidation de Société, le contrat continue son cours, et le liquidateur a le devoir d'y satisfaire et de continuer provisoirement l'exploitation jusqu'au jour de la vente prochaine.

» Si le liquidateur se refusait à fournir le courant au consultant conformément au contrat, celui-ci pourrait actionner devant le Tribunal de Commerce la Société représentée par son liquidateur, en résiliation du contrat pour inexécution, et en restitution des 15 000fr déposés par lui entre les mains de la Société, et demander, en outre, au Tribunal à être mis en possession des 30 obligations affectées à la garantie des engagements de cette dernière, ou à être autorisé à les faire vendre en Bourse ou aux enchères, pour en toucher le prix en réparation du préjudice par lui éprouvé du fait de la cessation de la fourniture de courant.

» L'adjudicataire de la station électrique et de l'exploitation de la Compagnie serait tenu de prendre la suite du contrat intervenu entre cette Société et le consultant et de lui fournir, par conséquent, le courant dans les conditions prévues par ce contrat. Ce serait, toutefois, à la condition que cet adjudicataire eût été mis au courant de ce contrat par le cahier des charges de l'adjudication.

» Le consultant pourrait donc intervenir à ce cahier des charges pour y réclamer l'insertion de son contrat avec la Société, en vue d'en faire prendre la suite par l'adjudicataire éventuel. »

Répondant spécialement à une question de saisie immobilière de l'usine de la Compagnie, le Comité consultatif indique qu'un arrêt de la Cour de Douai, du 8 mars 1876, et un arrêt de la Cour de cassation, ch. civ., du 21 janvier 1878 (Note dans Sirey, 1879, I, 63) ont bien déclaré que la concession avec toutes ses clauses et charges doit être comprise dans la saisie et l'adjudication de l'usine d'éclairage et de ses accessoires; mais, d'après la dernière lettre du consultant, la question ne se pose pas dans les termes de l'arrêt de la Cour de cassation de 1879. Le Comité consultatif fait d'ailleurs des réserves sur l'application de cet arrêt.

En matière de saisie immobilière, on admet en général que le créancier saisissant n'a pas à s'inquiéter des contrats qui ont été passés.

Il n'y a pas moyen d'échapper aux conséquences d'une saisie. Si cette saisie a pour effet de mettre l'usinier dans l'impossibilité d'exécuter ses contrats, les cocontractants pourront demander des dommages-intérêts pour inexécution des contrats, mais le créancier saisissant n'est pas tenu d'exécuter ces contrats.

Législation des étangs. — Le Comité consultatif, après examen des documents communiqués par une Société électrique adhérente, à la demande du Comité, répond comme suit aux questions posées :

1° Il ne s'agit pas à proprement parler d'une servitude; car il ne semble pas que le droit de la Compagnie des Mines s'exerce au profit d'un fonds, puisqu'il doit servir à l'alimentation de villages. On peut donc se demander si les règles des servitudes, concernant la prescription notamment, seraient applicables à ce droit.

Dans tous les cas, si la destination réelle du droit de prise d'eau de la Compagnie des Mines était l'alimentation de villages environnants, l'abus par la Compagnie serait comparable à celui qui consiste à utiliser une servitude

(1) Sur demande, le Secrétariat fournit tous détails sur les espèces signalées à la séance.



d'eau, pour irrigation, pour le fonctionnement d'une usine, abus que condamne la jurisprudence de la Cour de Cassation.

En tant que locataire de la force motrice de l'étang, la Société électrique ne pourrait pas attaquer directement, pour aggravation de son droit de prise d'eau, la Compagnie des Mines avec laquelle elle n'a aucun lien de droit. Mais elle peut actionner en dommages-intérêts, pour trouble apporté à la jouissance de la chose louée, le propriétaire de l'étang qui lui loue la force motrice; celui-ci, dans l'espèce, engage d'autant plus sa responsabilité qu'il paraît favoriser par ses manœuvres l'abus commis au détriment de sa locataire.

Le Tribunal civil, qui serait compétent, aurait évidemment, sur ce point, aussi bien que sur l'interprétation du contrat de location et de la restriction visant la présence d'eau dans le canal des Mines, un droit d'appréciation, et il pourrait ordonner une enquête sur les faits articulés par la Société électrique.

Les juges auront évidemment le droit d'apprécier et il est difficile de préjuger de la solution qu'ils pourraient adopter.

2° Il appartient au préfet de régler le niveau des étangs traversés par une rivière, dont ils constituent une extension; il ne peut d'ailleurs se servir de son pouvoir de réglementation que dans un intérêt général, et non sur la demande d'un particulier seul intéressé dans l'affaire.

Mais l'Administration n'a aucun pouvoir de réglementation sur les étangs alimentés exclusivement par des eaux de sources ou des eaux pluviales, sauf le droit d'ordonner leur suppression s'ils constituent un danger pour la salubrité publique.

ENREGISTREMENT DE POLICE D'ABONNEMENT. — Le Comité consultatif, connaissance prise des questions posées par une Société électrique du Centre, et des documents annexés, donne l'avis suivant :

1° « L'inspecteur de l'Enregistrement a-t-il le droit d'exiger la production des polices au siège social de notre Société? »

Aux termes de l'article 22 de la loi du 23 août 1871, « les sociétés, compagnies, assureurs, entrepreneurs de transports, et tous autres assujettis aux vérifications des agents de l'Enregistrement par les lois en vigueur, sont tenus de représenter auxdits agents leurs livres, registres, *titres*, pièces de recettes, de dépenses et de comptabilité. Tout refus de communication sera constaté par procès-verbal et puni d'une amende de 100^{fr} à 1000^{fr}. »

L'article 7 de la loi du 21 juin 1875 précise que cette communication pourra être exigée tant au siège social que dans les succursales ou agences. Il est ainsi conçu :

« Les sociétés, compagnies d'assurances, assureurs contre l'incendie et la vie, et tous autres assujettis aux vérifications de l'Administration, sont tenus de communiquer aux agents de l'Enregistrement, tant *au siège social* que dans les succursales et agences, les *polices* et autres documents énumérés dans l'article 22 de la loi du 23 août 1871, afin que ces agents s'assurent de l'exécution des lois sur l'enregistrement et le *timbre*. Tout refus de communication sera constaté par procès-verbal et puni de l'amende spécifiée par l'article 22 de la loi du 23 août 1871. »

L'Administration se trouve d'autant mieux armée pour assimiler, en ce qui concerne l'exercice du droit de communication, les polices d'éclairage aux polices d'assurance, que la jurisprudence de la Cour de cassation considère la disposition ci-dessus comme s'appliquant généralement aux sociétés, aussi bien que celle de l'article 22 de la loi du 23 août 1871, et qu'elle décide, d'autre part, que la communication prescrite par ces lois est générale et absolue, sans qu'il soit permis de distinguer entre les pièces essentielles de la comptabilité et les écritures accessoires qui seraient considérées comme d'ordre et d'administration intérieure (Cassation, req., 7 janv. 1878; Sirey, 1878, I, 132).

Au surplus, une police d'éclairage ou de force constitue un marché ou traité avec un tiers; or, la jurisprudence considère l'expression « titres » employée par l'article 22 de la loi de 1871 comme s'appliquant non seulement aux titres d'actions ou d'obligations, mais encore à tout acte de nature à constater l'existence d'un droit, « et en général à tout contrat passé avec les tiers par les sociétés et relatif à l'objet de leur exploitation » (Garnier, *Répertoire général de l'Enregistrement*, v° communication, n° 117). En ce sens, *voir* : Tribunal de la Seine, 8 décembre 1876 (*Journal de l'Enregistrement*, art. 20, 255); Tribunal de Lyon, 18 juin 1895 (*Journal des Sociétés*, 1896, p. 269). *Voir* aussi Cassation, civ., 28 février 1898 (Sirey, 1898, I, 465).

Il semble, dans ces conditions, qu'un refus de communication des polices d'éclairage ou de force au siège social ne pourrait amener qu'un procès-verbal suivi d'une condamnation. Cette hypothèse ne pourrait être envisagée que pour le cas où la Société voudrait gagner du temps, dans le but de remplacer les polices existantes par des polices sur timbre, ce qui ne se ferait pas sans difficulté, très probablement. La Régie conserverait d'ailleurs le droit d'établir à l'aide de présomptions graves, précises et concordantes que la Société a détruit les documents non timbrés pour échapper à leur communication (*voir* Cassation, civ., 28 février 1898, précité).

2° « Les polices d'abonnement gaz et électricité doivent-elles être timbrées? »

Cela n'est pas douteux, car il s'agit de contrats synallagmatiques constatant les droits et obligations réciproques des parties, les conditions auxquelles la Société doit fournir et le client recevoir cette fourniture. Le fait que la police serait faite sous la forme d'une simple souscription d'abonnement de la part de l'abonné ne saurait modifier le caractère de l'acte à cet égard.

Au surplus, la circonstance que les polices qui sont soumises sont déclarées « faites double » et signées de l'abonné et du concessionnaire suffisent à préciser le caractère du contrat; les expressions « contrat » et « contractants » sont, d'ailleurs, employées par les articles 7 de la police gaz et 16 de la police électricité, concernant le délai de dénonciation de l'abonnement.

De très nombreuses contraventions dressées dans ces dernières années ont amené un grand nombre de Compagnies de Gaz ou d'Électricité à ne plus faire usage que de polices timbrées.

3° « Dans le cas où elles ne le seraient pas, qui doit payer l'amende : *a*, le contrat passant sous silence à qui incombent les frais du timbre; *b*, le contrat mettant les frais du timbre à la charge de l'abonné? »

En ce qui concerne le point de savoir contre qui la Régie a le droit de poursuivre le payement de l'amende « pour défaut de timbre », il n'y a pas à distinguer : les conventions intervenues entre les parties, ni même les jugements rendus pour régler le payement des droits et amendes de timbre, n'ont d'effet qu'entre les parties et ne sont pas opposables au Trésor (Trib. Seine, 21 janv. 1865, Fuzier-Herman et Carpentier, *Répert. génér. du Droit français*, v° Timbre, n° 2103; Instruction de la Régie n° 2791, § 2).

Les poursuites de la Régie peuvent donc s'exercer uniquement contre la Société qui a rédigé les polices et chez laquelle elles ont été trouvées.

La Société aura toujours le droit de poursuivre à ses risques et périls les abonnés signataires en garantie. En ce qui concerne le timbre, nul doute que l'abonné doit le rembourser pour son propre exemplaire si la police ne contient pas de stipulation à ce sujet, et pour les deux exemplaires si la police stipule que les frais de timbre sont à sa charge. Mais, en ce qui concerne l'amende, la question se pose de savoir si elle se trouve comprise dans les « frais »; il y a

lieu de craindre que les tribunaux ne cherchent à apprécier la responsabilité des parties à cet égard, et que leur appréciation ne soit défavorable à la Compagnie.

Celle-ci se trouverait, d'ailleurs, obligée d'agir par la voie de très nombreuses poursuites en garantie qui risqueraient de provoquer un mécontentement général dans sa clientèle.

4° « Dans quelle mesure pourrait-on obtenir la remise de l'amende? »

L'Administration est absolument libre d'apprécier si elle doit faire remise de l'amende et dans quelle mesure. Elle fait assez généralement remise des neuf dixièmes, quand elle juge que la bonne foi du contrevenant est suffisamment établie et s'il s'est soumis sans résistance à son contrôle et aux conséquences des constatations faites contre lui.

5° « L'amende par original trouvé au siège social doit-elle être appliquée aussi au double manquant supposé entre les mains de l'abonné? »

Lorsqu'il s'agit d'un acte synallagmatique, qui doit être rédigé en autant d'originaux qu'il y a de parties ayant un intérêt distinct, tous les originaux se rapportent au même acte et, en cas de contravention au timbre, il n'est dû qu'une amende, mais il est dû autant de droits simples qu'il y a d'originaux non timbrés. Solutions de la Régie des 30 avril et 28 décembre 1873 (*Journal de l'Enregistrement*, n°s 19232 et 19380). Conforme Fuzier-Hermann et Carpentier, *Répertoire général du Droit français*, v° Timbre, n°s 270 et 271.

Cette solution est évidemment applicable à une police d'abonnement, en tant qu'acte synallagmatique; il est donc dû deux droits simples (timbre) pour les deux exemplaires et une seule amende.

RENOUVELLEMENT DE TRAITÉ. — Le Comité consultatif répond comme suit aux questions posées relativement au renouvellement d'une concession.

En général, les villes, quand on leur demande le renouvellement d'une concession, se font accorder certains avantages, le plus souvent sous forme d'abaissement du prix de la fourniture. La règle générale est plutôt qu'elles n'accordent pas le renouvellement gratuitement.

INTERPRÉTATION DE TRAITÉ DE GAZ. — Le Comité consultatif, après examen du traité de l'éclairage au gaz d'une ville de l'Est, répond comme suit aux questions posées :

« La Ville est liée à l'égard de la Compagnie du Gaz pour l'éclairage électrique, elle ne peut donc traiter avec un tiers qu'après avoir mis la Compagnie du Gaz en demeure de déclarer si elle est disposée à examiner avec elle les moyens pratiques d'application économique de l'électricité en rapport avec le produit à en tirer. Si la Compagnie du Gaz disait nettement ne pas vouloir examiner cette question, la ville recouvrerait sa liberté. Si la Compagnie du Gaz se déclare prête à étudier l'application de l'électricité, la ville devra dresser un cahier des charges, qui pourra être celui proposé par le consultant, mais la Compagnie du Gaz aura le droit d'en discuter les termes et ne sera pas tenue de l'accepter tel quel. Elle pourra contester qu'il soit économique et que les dépenses soient en rapport avec les profits, d'où la nécessité d'une expertise. »

HONORAIRES DE NOTAIRE. — Répondant à une question posée sur les honoraires dus au notaire pour un acte de prolongation de concession, le Comité consultatif indique que :

En droit, une concession est un marché de travaux publics et non un simple louage d'industrie. L'Enregistrement perçoit le droit du marché, 1 pour 100 et les décimes. Il est naturel pour le notaire de percevoir sur la même nature de droit que l'Enregistrement.

En ce qui concerne les Secteurs de Paris, les contrats n'ont pas été passés par-devant notaire; ils ont été approuvés par le Conseil d'État.

ASSURANCES, INCENDIE. — M. le Secrétaire donne lecture des deux Notes qui ont été fournies par M. Doucerain, assureur-conseil du Syndicat, sur des questions posées par des Sociétés adhérentes :

1° L'apposition sur un immeuble d'un potelet destiné à supporter une ligne aérienne n'est point considérée, par les Compagnies d'assurances, comme une aggravation de risque et ne donne lieu, par conséquent, au paiement d'aucune surprime à la charge du propriétaire de l'immeuble.

La surprime de 0fr,10 par mille, dont parle la lettre de la Société, est le prix de la renonciation consentie par l'assureur de l'immeuble à tout recours contre la Société d'électricité en cas d'incendie provenant d'un fait qui lui soit imputable.

Cette Société est exposée à une réclamation semblable de la part de chaque propriétaire sur l'immeuble duquel sera apposé un potelet de support. Elle peut en outre être actionnée par les locataires de chacun de ces mêmes immeubles en cas de communication d'incendie par un fait qui lui soit imputable.

Il ne sera nullement réalisable, pour l'électricien, de demander ainsi à chaque propriétaire intéressé de faire stipuler dans sa police d'assurance une renonciation à tout recours contre la Société d'Électricité.

Ce qu'il y a de plus pratique et de plus sûr est de contracter une assurance générale de responsabilité civile à raison des incendies qui pourraient être causés chez des tiers quelconques dans toute l'étendue du Secteur.

2° Un Secteur distribuant l'électricité peut être actionné en demande d'indemnité par ses abonnés, en cas d'incendie provenant soit du fait du courant électrique, soit de la défectuosité des installations ou des appareils en location (consulter, à ce sujet, l'arrêt de la Cour de Bordeaux du 22 février 1899; décision publiée au Recueil Simonin, 2e Partie, p. 607).

Les Compagnies d'assurances basent leur prime, pour garantir ce risque, sur la production annuelle de l'usine en HWH; mais ce système offre des inconvénients qu'on peut éviter en traitant à forfait.

ACCIDENTS DU TRAVAIL. — M. le Secrétaire communique au Comité consultatif les décisions suivantes concernant les accidents du travail :

Cour de cassation : 23 décembre 1907, Compagnie « La Foncière » contre Noble. Aggravation de la blessure après paiement de l'indemnité (circulaire n° 32 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz). — 18 février 1908, Bertin contre Marolle. Ouvrier blessé hors de son poste, appréciation du juge (circulaire n° 31 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz).

Tribunaux civils : Seine, 23 octobre 1907, Beaudier contre Cuizinier. Ouvrier victime d'un accident du travail, remplacement, non-obligation de reprendre l'ouvrier après guérison (circulaire n° 38 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz). — Bourg, 14 janvier 1908, consorts Lambercier, rente viagère, ascendants (*Loi*, 10 juin 1908). — Lyon, 13 février 1908, Chatoux contre Société des Établissements Garnier, durillon, cause professionnelle, durillon forcé, cause traumatique (*Loi*, 17 juin 1908).

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'assemblées générales. — *Compagnie française de Télégraphie sans fil et d'Applications électriques.* Assemblée extraordinaire le 24 juillet, à 2h30m, 21, place de la Madeleine, Paris.

Compagnie des Eaux et d'Électricité de l'Indo-Chine. Assemblée extraordinaire le 18 juillet, à 10h30m, 58, rue de Londres, Paris. Ordre du jour : Modifications aux statuts.

Sociétés nouvelles. — Société en nom collectif Lajous et Cie : exploitation de brevets français, appareils électriques

et mécaniques, machines-outils, etc. Siège social : 200, quai Jemmapes, à Paris. Durée : 10 ans. Capital : 10000fr.

Société en nom collectif H. Godfroid, ingénieur civil, et et E. Tourolle : exploitation de la station électrique de Signy-le-Petit, à Rocroi (Ardennes). Durée : 15 ans. Capital : 21000fr.

Compagnie centrale d'éclairage et de transport de force par l'électricité (Compagnie d'Électricité de Limoges). — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 28 avril 1908 nous extrayons ce qui suit :

Les recettes totales d'éclairage et de force motrice pour l'exercice 1907 se sont élevées à la somme de 851850fr,25 contre, en 1906, 770140fr,65 ; soit une augmentation, en 1907, de 81709fr,60.

Les dépenses d'exploitation se sont élevées en 1907 à 303562fr,80 contre, en 1906, 291590fr,40 ; soit une augmentation, en 1907, de 11972fr,40.

Le bénéfice d'exploitation est ainsi, en 1907, de 548287fr,45 contre, en 1906, de 478550fr,25 ; soit une augmentation, en 1907, de 69737fr,20.

Si l'on rapproche du chiffre de l'augmentation des recettes, 81709fr,60, celui des bénéfices d'exploitation, 69737fr,20, on voit que l'augmentation des bénéfices d'exploitation représente 85 pour 100.

Le nombre d'abonnés branchés sur le réseau était, au 31 décembre 1907, de 1906, au lieu de 1730 au 31 décembre 1906, soit une augmentation de 176.

Il existait, au 31 décembre de chaque année :

ANNÉES.	NOMBRE d'abonnés.	LAMPES à incandescence 10 bougies.	LAMPES à arc.	MOTEURS.		REPRÉSENTANT une puissance totale de kilowatts.	SOUS-STATIONS des tramways.	PUISSANCE totale des appareils alimentés par le réseau.
				Nombre.	Puissance en kilowatts.			
1898	215	11284	50	15	42	467	»	467
1899	463	26859	90	53	137	1130	»	1130
1900	652	29064	227	130	323	1476	»	1476
1901	835	35250	247	171	501	1882	»	1882
1902	1039	40287	268	194	579	2339	»	2339
1903	1204	47250	410	228	792	2691	200	2891
1904	1356	50260	439	262	902	2925	200	3125
1905	1430	60268	460	298	1007	3386	200	3586
1906	1650	68377	476	345	1234	3912	200	4112
1907	1816	74766	507	379	1426	4347	200	4547

Notre compte de premier établissement s'est augmenté, pendant l'année 1907, de 355690fr,65, ce qui le porte au bilan du 31 décembre 1907 à 6549317fr,79.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Actif.

	fr
Apports suivant statuts	500000 »
Premier établissement	6549317,79
Compteurs	91360 »
Mobilier	8462,65
Marchandises en magasin	96967,56
Débiteurs divers	246168,60
Caisses et banques	60413,95
Primes de remboursement sur obligations	1691137,15
Impôts sur titres	14480,45
Total	9258308,15

Passif.

Capital (28500 actions de 100fr)	2850000 »
Obligations	5363000 »
Réserves	340338,49
Créditeurs divers	207169,28
Compte d'ordre	12592,72
Profits et pertes	485207,66
Total	9258308,15

PROFITS ET PERTES AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Débit.

Dépenses d'exploitation	305925,05
Dépenses d'administration	30879,10
Service des obligations	175105 »
Balance	485207,66
Total	997116,81

Crédit.

Recettes d'exploitation	851850,25
Intérêts et divers	11132,81
Report des exercices précédents	134133,75
Total	997116,81

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 6 juillet au 17 juillet 1908, ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
6 juillet	56 17 6	58 15 »
7 »	57 7 6	59 5 »
8 »	57 7 6	59 5 »
9 »	57 13 9	59 15 »
10 »	57 15 »	59 10 »
13 »	57 11 3	59 15 »
14 »	57 12 6	59 10 »
15 »	57 12 6	59 15 »
16 »	57 13 9	59 5 »
17 »	57 11 3	59 10 »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Avis commerciaux. — DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR [1]. — N° 720. *Grèce.* — Mouvement commercial et industriel de la Thessalie ; Navigation du port de Volo, Année 1907.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

N° 721. Possessions des États-Unis d'Amérique : *Iles Hawaï.* — La culture de l'ananas en Hawaï.

N° 722. *Bulgarie.* — Mouvement commercial et maritime de Bourgas en 1906.

N° 723. *Russie.* — L'agriculture, l'industrie minière et le commerce du Gouvernement des cosaques du Don.

N° 724. *Maroc.* — Mouvement commercial de Mazagan en 1907.

CONGRÈS.

Le Congrès international des Applications de l'Électricité. — Le Congrès international des Applications de l'Électricité, qui doit se tenir à Marseille du 14 au 20 septembre et dont le programme a été publié dans le numéro du 15 juin de cette *Revue*, a été placé sous le patronage de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, de M. le Ministre de l'Agriculture et de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Nous rappelons aux Électriciens que tous les adhérents recevront gratuitement les Volumes contenant les Rapports présentés au Congrès avec le résumé des discussions et communications faites en séance. Ces Volumes auront à eux seuls une valeur supérieure à la cotisation.

Plusieurs de ces Rapports ont déjà été remis par leurs auteurs et présentent le plus grand intérêt pour les personnes, si nombreuses à l'heure actuelle, qu'occupent les diverses questions se rattachant à l'Électricité. Tous seront du reste imprimés avant le Congrès et distribués sur place, ou envoyés sur demande, aux personnes désirant prendre part aux discussions.

Les membres adhérents ont également le droit d'adresser des communications indépendantes des Rapports.

Les grands Chemins de fer français ont consenti une réduction de 50 pour 100 aux Congressistes pour se rendre à Marseille et en revenir.

Les bons de réduction, valables du 25 août au 10 octobre, devront être demandés 20 jours au moins avant la date du départ, au Secrétariat général du Congrès, 63, boulevard Haussmann, à Paris.

Congrès international de l'Union internationale de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local. — Le 15e Congrès de l'Union internationale de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local se tiendra, cette année, à Munich, du 7 au 12 septembre. En voici le programme :

Dimanche 6 *septembre.* — A 8h30m du soir, dans la salle des Fêtes de la Chambre de Commerce (Maximilianplatz, 8) : Réception des Congressistes et des Dames; distribution des insignes, cartes de légitimation, etc. Raout offert par la Chambre de Commerce de la Haute-Bavière et par la Chambre de Commerce de Munich.

Lundi 7 *septembre.* — A 9h, dans l'ancienne salle de l'Hôtel de Ville (Marienplatz, 15) : Inauguration du Congrès par S. E. le Ministre des Voies de communication et par M. le Premier Bourgmestre de la ville de Munich. Séance. — De 1h à 3h : Déjeuner en commun offert par la brasserie *Zur Löwenbrau.* — A 3h15m : Promenade en voitures de tramways à travers la ville et visite de l'Exposition. — A 8h : Banquet offert par S. E. le Ministre des Voies de communication.

Mardi 8 *septembre.* — De 8h30m à 12h30m : Séance dans l'ancienne salle de l'Hôtel de Ville (Marienplatz, 15). — A 3h15m : Réunion à la Sendlingertorplatz; de là, par voitures de tramways, visite du dépôt des Tramways municipaux de Munich à la Schäftlarnstrasse, de l'usine d'électricité à la Isartalstrasse et de différents établissements industriels. — A 8h : Représentation de gala au Théâtre artistique (*Künstlertheater*), dans les jardins de l'Exposition.

Mercredi 9 *septembre.* — De 9h à 12h : Séance dans la grande salle de l'hôtel Wagner, Sonnenstrasse, 23. — De 12h30m à 2h30m : Déjeuner à l'hôtel Wagner, offert par la Société des Chemins de fer d'intérêt local (*Lokalbahn-Aktien-Gesellschaft, München*). — A 3h : Excursion par train spécial à Starnberg; promenade en bateau sur le lac de Starnberg; lunch offert aux excursionnistes par la brasserie Thomas; retour à Munich par train spécial. — A 8h : Réunion à l'Exposition et soirée artistique offerte aux Congressistes.

Jeudi 10 *septembre.* — De 8h30m à 12h30m : Séance dans l'ancienne salle de l'Hôtel de Ville, Marienplatz, 15. — A 1h : Excursion à Pullach par train spécial; déjeuner offert par la brasserie *Burgerlicher Brauhaus,* sur la terrasse de Pullach. — A 3h30 : Promenade dans la vallée de l'Isar et visite des établissements hydro-électriques de l'Isar. — A 6h : Retour à Munich par train spécial. — A 8h : Banquet offert par la ville de Munich, dans l'ancienne salle de l'Hôtel de Ville, Marienplatz, 15.

Vendredi 11 *septembre.* — A 9h : Excursion par train spécial dans les Alpes bavaroises. — Le soir, à 8h : Retour à Munich par train spécial.

Samedi 12 *septembre.* — A 10h : Visite de l'Exposition, des musées et autres curiosités de la ville de Munich. — Le soir : Réunion sur la terrasse du restaurant principal de l'Exposition et clôture du Congrès.

Tome X. **N° 111. — 15 août 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Si la Statistique est une science peu récréative, elle a du moins pour elle l'avantage de constituer une source de renseignements très condensés. Les **Statistiques des stations centrales anglaises** que nous publions pages 89 et suivantes ne peuvent faire exception à cette règle et les exploitants d'usines génératrices électriques y trouveront sans nul doute des documents utiles d'autant plus intéressants que l'auteur de l'article, M. R. Rougé, a pris soin d'élaguer des statistiques plus détaillées où il a puisé ses données les installations pour lesquelles les renseignements fournis étaient incomplets ou contradictoires. M. Rougé a également pris soin d'expliquer très clairement la signification des diverses rubriques des Tableaux et de faire ressortir les conclusions qu'il paraît possible de tirer des chiffres qui y sont inscrits. Cela diminue singulièrement notre tâche et nous permet de nous borner à appeler l'attention du lecteur sur quelques-unes de ces conclusions.

En premier lieu retenons que, d'après les chiffres des Tableaux, la consommation du charbon par kilowatt-heure oscille entre $1^{kg},750$ et $4^{kg},500$ dans les usines à moteurs à pistons et entre $2^{kg},150$ et $5^{kg},800$ dans les usines à turbines, avec une valeur moyenne d'environ $2^{kg},500$ pour les premières et de $3^{kg},650$ pour les secondes; à ces valeurs moyennes de la consommation de charbon correspondent des dépenses moyennes en charbon par kilowatt-heure de 3,56 et 4 centimes, dépenses de beaucoup supérieures à celles qu'on pourrait prévoir d'après les garanties des constructeurs.

Un second point à noter est que les turbines à vapeur ne sont nullement plus économiques que les moteurs à pistons à marche lente ou rapide.

Quant aux moteurs à gaz, ils sont, au point de vue de la consommation, bien supérieurs aux moteurs à vapeur; mais, en raison de la cherté relative du combustible qu'ils exigent, la dépense par kilowatt-heure est, pour ces moteurs, du même ordre de grandeur que pour les moteurs à vapeur : 4,1 centimes; de plus, ils ont l'inconvénient de donner lieu à des frais d'entretien et de réparations plus considérables que ces derniers. Il convient toutefois d'observer, comme le fait remarquer M. Rougé, que les usines d'électricité anglaises utilisant des moteurs à gaz pauvre sont toutes de faible importance, de sorte qu'il est présumable que les résultats seraient beaucoup plus satisfaisants si l'on employait des moteurs à gaz de grande puissance, 1000 et 2000 chevaux, comme ceux qui sont aujourd'hui en usage dans les usines génératrices récemment construites dans l'industrie métallurgique pour l'utilisation des gaz des hauts fourneaux.

L'**Usine hydro-électrique de la Urft** (p. 96) offre un bel exemple d'installation moderne. Prévue pour contenir huit groupes électrogènes d'une puissance d'environ 2000 chevaux sous une chute de 110^m, elle est destinée à desservir une vaste région entourant Aix-la-Chapelle (Aachen) au moyen de quatre lignes principales à 30000 volts et de lignes secondaires à 5000 volts. L'énergie est vendue en gros de $4^c,7$ à 5^c le kilovatt-heure lorsqu'elle est prise sur la canalisation primaire; de $8^c,5$ à 30^c lorsqu'elle est fournie à la tension à 5000 volts.

Dans son étude sur l'**Exploitation des réseaux de distribution**, M. O.-H. Wildt s'attache à démontrer que les Sociétés exploitant ces réseaux font fausse route en recherchant la clientèle des industriels utilisant des puissances de 500 chevaux et plus et qu'elles devraient se contenter de desservir les installations de force motrice de faible puissance, lesquelles, en raison de leur nombre considérable, permettraient une installation tout aussi complète des grandes centrales électriques. Pour établir la première partie de son assertion, l'auteur fait l'évaluation du prix de revient de la force motrice produite sur place au moyen d'une machine à vapeur et trouve ainsi que l'industriel n'a aucun intérêt à se fournir de force motrice à un réseau de distribution électrique si le prix de vente n'est pas inférieur à $5^{c},7$ ou $3^{c},6$ le kilowatt-heure, suivant que la puissance utilisée est de 200 ou de 1000 chevaux.

Si nous comparons les chiffres que M. Wildt prend comme bases de ses calculs, chiffres fournis par des essais, avec ceux que nous donnent les statistiques des stations centrales anglaises, nous constatons des différences qui peuvent jusqu'à un certain point modifier cette conclusion. M. Wildt admet en effet une consommation pratique de charbon de 763^{g} par cheval-heure, soit environ 1^{kg} par kilowatt-heure. Or, comme nous l'avons vu plus haut, la consommation de charbon dans les usines anglaises, dont la plupart cependant possèdent des unités de puissance supérieure à 600 chevaux, partant plus économiques, est en moyenne de $2^{kg},5$. On pourrait objecter que cette dernière consommation correspond au kilowatt-heure électrique, alors que M. Wildt n'envisage que le kilowatt-heure mécanique; mais, vu le rendement élevé des générateurs et des transformateurs électriques, la différence entre 1^{kg} et $2^{kg},500$ ne peut être attribuée que pour une faible part à la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique. On pourrait également objecter que, en raison du bon marché du charbon en Angleterre, on n'y recherche pas trop les économies dans la consommation de combustible; mais l'objection tombe si l'on considère la dépense en argent au lieu de la consommation en poids; or M. Wildt admet $1^{c},5$ par cheval-heure, soit 2^{c} environ par kilowatt-heure, alors que la dépense moyenne est d'environ le double dans les usines anglaises.

Il est vrai que, si M. Wildt estime très bas la consommation de charbon dans les machines à vapeur d'ateliers, il en fait autant pour la consommation dans les moteurs des stations centrales. Dès lors les chiffres auxquels il arrive dans les deux cas peuvent sembler comparables. Il est toutefois certain que les dépenses pas kilowatt-heure seront d'autant plus au-dessous de la moyenne que les unités génératrices seront plus puissantes : les grandes centrales modernes se trouveront dès lors plus avantagées que les installations de 500 à 1000 chevaux.

Aussi nous semble-t-il que, s'il convient, comme le dit M. Wildt, que les exploitants de centrales n'envisagent pas avec trop d'optimisme la fourniture de grandes puissances en force motrice, il ne faudrait cependant pas qu'ils abandonnassent complètement l'espoir de se créer une clientèle parmi les gros industriels. En cela comme en bien d'autres choses, la question d'espèce prime tout; et les avantages que présente l'emploi de l'énergie électrique peuvent souvent, comme le reconnaît d'ailleurs M. Wildt, compenser une légère augmentation de la dépense, si celle-ci existe réellement.

Dans le numéro du 15 juillet, nous publiions un article de M. Fabry où celui-ci passait en revue l'**Exposition d'Électricité de Marseille**. Nos lecteurs trouveront à la page 108 un nouvel article sur ce sujet. L'auteur, M. Bidot, y donne quelques détails sur les appareils et machines exposés dans le Palais de l'Énergie.

***

Ainsi que nous l'avions antérieurement annoncé, le **Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences** s'est tenu cette année à Clermont-Ferrand du 3 au 11 août. L'an dernier, nous avions consacré presque entièrement notre numéro du 15 août à l'analyse ou à la reproduction des Travaux et Mémoires relatifs à l'électricité présentés au Congrès de 1907 qui eut lieu à Reims. Cette année, n'ayant pu avoir communication des Mémoires que pendant la durée même du Congrès, et encore partiellement seulement, nous nous trouvons dans l'obligation de reporter à un prochain numéro leur publication. Nous nous bornerons donc aujourd'hui à dire quelques mots sur l'ensemble du Congrès de Clermont, et à indiquer les Communications d'ordre électrique qui y ont été présentées ainsi que les installations électriques que nous avons eu l'occasion de visiter et que nous nous proposons de publier ultérieurement.

Suivant l'usage la ***séance solennelle d'ouverture*** du Congrès débuta par le discours du président de l'Association, M. Appell, doyen de la Faculté des Sciences. Dans ce discours, très remarquable, M. Appell développa ses idées sur un sujet actuellement à l'ordre du jour : la réforme de l'enseignement supérieur scientifique et technique. Un tel discours ne saurait être analysé. Disons seulement que l'application des idées de M. Appell, que l'orateur lui-même

qualifie de « révolutionnaires » dans l'état actuel de nos mœurs, amènerait des modifications profondes dans l'enseignement donné dans les Écoles spéciales et dans les Universités : des Écoles spéciales disparaîtraient les cours généraux de sciences mathématiques et physiques qui font double emploi avec les cours professés dans les Universités; tous les jeunes gens, quelle que soit la carrière qu'ils désirent plus tard embrasser, acquerraient dans les Universités les connaissances théoriques qui leur sont nécessaires; ils recevraient leur éducation technique soit ultérieurement, soit simultanément, dans des cours annexes plus nombreux et plus étroitement spécialisés que ne le sont les Écoles spéciales actuelles. Un tel mode d'enseignement aurait certes un avantage considérable : celui de remédier à l'émiettement des efforts du corps enseignant et par suite de contribuer à l'avancement général des sciences. Présenterait-il des inconvénients pour les étudiants? C'est ce qu'on ne saurait discuter sans entrer dans les détails de la réforme.

Après le discours du président, M. Bernard Brunhes, directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme et secrétaire général du Congrès, rappela les principaux faits du Congrès de Reims de l'an dernier et, en quelques phrases humoristiques, remercia vivement les fabricants de vins de Champagne de leurs nombreuses et cordiales réceptions; les congressistes de Reims ne peuvent que s'associer à M. Bruhnes.

A la suite du compte rendu financier fait par le trésorier, le président remit à Sir William Ramsay la grande médaille d'or de l'Association. C'était là une nouveauté, résultant de l'application d'une décision récemment prise par le Conseil de l'Association en vue de rehausser l'éclat du Congrès : inviter un grand savant étranger à venir exposer lui-même les découvertes qu'il a faites.

La *conférence de Sir William Ramsay* eut lieu le lendemain mardi devant un auditoire des plus nombreux que contenait avec peine le grand théâtre de Clermont. Dans un français des plus corrects, le savant anglais décrivit les expériences qui l'amenèrent à la découverte dans l'atmosphère de l'argon, du néon, du xénon, etc. Retenons de sa conférence l'hommage rendu à un jeune inventeur bien connu des électriciens, Georges Claude, pour ses travaux sur la liquéfaction de l'air.

Le jeudi suivant, une *conférence de M. Glangeaud* sur les volcans d'Auvergne réunissait dans la même salle un auditoire non moins nombreux.

Les *réceptions* font partie intégrante d'un Congrès au même titre que les sciences techniques; elles associent l'agréable à l'utile. Aussi doivent-elles être signalées et leurs organisateurs remerciés. Notons donc la réception offerte par la municipalité le lundi soir dans les salons de la mairie; le banquet et la soirée de gala qui eurent lieu le lendemain à Royat à l'occasion du centenaire de la fondation de la Faculté de Médecine de Clermont; enfin le vin d'honneur et la représentation de gala offerts le vendredi, à Royat aussi, par la Société des eaux de Royat.

Outre les *excursions* au Puy de Dôme, au sommet duquel les congressistes purent visiter l'Observatoire météorologique, à Thiers, à la Bourboule, au mont Dore, etc., qui permirent de voir l'Auvergne pittoresque, quelques *visites industrielles* occupèrent le temps disponible entre les séances.

L'une des plus intéressantes fut celle que firent quelques membres de la Section de Physique à l'usine hydro-électrique de la Sioule, sous la conduite de M. Creuzet, sous-directeur de la Compagnie du gaz de Clermont. Cette importante usine, qui contient actuellement trois groupes générateurs de 1000 chevaux et deux de 1500 chevaux, a été décrite très complètement dans le numéro du 15 avril 1906 de ce journal. Grâce à la complaisance de M. Creuzet, nous pourrons donner prochainement quelques détails sur les nouvelles installations.

Une autre usine hydro-électrique fut aussi visitée, avec celle de Sauviat, sur la Dore, appartenant à la Société des forces motrices d'Auvergne. Plus ancienne et moins puissante que la précédente cette usine présente néanmoins quelques particularités intéressantes, en particulier une série très complète de parafoudres de divers systèmes, particularités sur lesquelles l'ingénieur directeur, M. Chapusot, nous a fourni des renseignements que nous publierons dans un prochain numéro.

Signalons encore la visite à la manufacture de caoutchouc Bergougnan et Cie où nous avons pu voir une installation de force motrice électrique fort intéressante alimentée par le courant de l'usine de la Sioule et utilisant de nombreux moteurs Boucherot.

Parmi les *communications* nous citerons celle de M. de la Brosse et celle de M. Blondel sur la *transmission d'énergie du Rhône à Paris;* la communication de M. de Marchena sur les *locomotives électriques;* deux travaux de M. le lieutenant de vaisseau Tissot sur la *télégraphie sans fil;* une étude de M. Cheneveaux sur *l'arc électrique;* une communication sur la *photométrie* due à M. Guilloz; enfin un rapport de MM. Bergonié et Turpain sur la *mesure des courants de haute fréquence.*

J. BLONDIN.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35.**

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60.**

QUINZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

SOMMAIRE : Avis, p. 84. — Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 10 juillet 1908, p. 84. — Liste des documents publiés dans le *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 85. — Offres et demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. v.

Avis.

L'abondance des matières nous oblige à remettre la publication de nos NOUVEAUX STATUTS à UN PROCHAIN BULLETIN.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 10 juillet 1908.

Présidence de M. Meyer-May.

La séance est ouverte à 3^h55^m.

Sont présents : MM. Bancelin, Chateau, Chaussenot, Eschwège, Guinier, de La Ville Le Roulx, de Loménie, L. Mascart, Meyer-May, A. Parvillée, Simonet, et M. de la Fontaine Solare, Secrétaire général du Syndicat.

Se sont excusés : MM. Bardon, Berne, Burgunder, Frager, Larnaude, M. Meyer, Mildé, Portevin, G. Ziegler.

— Le procès-verbal de la séance du 10 juin 1908, publié dans *La Revue électrique* du 30 juin, est adopté.

NÉCROLOGIE. — M. le Président fait part du décès de M. Deffez (Ernest), membre du Syndicat et conseiller prud'homme. Cette triste nouvelle a été connue trop tardivement pour permettre à M. le Président de présenter ses condoléances à la famille du défunt, le jour de l'enterrement; mais il lui a adressé le témoignage empressé des regrets et des sympathies des membres du Syndicat, en cette douloureuse circonstance.

DÉMISSIONS. — La Chambre Syndicale accepte les démissions de MM. Boulanger (Charles); Lœvenbruck (Emile-François-Marie); de la Société des Usines Bergès, qui déclarent ne plus être attachés aux industries à l'étude et à la défense desquelles se livre le Syndicat.

Conformément aux statuts, elle régularise la situation de M. Pulsford (Emile) qui cesse de faire partie du Syndicat.

RÈGLEMENT INTÉRIEUR. — L'Assemblée générale extraordinaire venant d'adopter les modifications proposées aux statuts par la Chambre Syndicale, l'ordre du jour appelle l'établissement du règlement intérieur prévu à l'article 23 des nouveaux statuts.

La Chambre Syndicale décide de reporter cette question à l'ordre du jour de la prochaine séance.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — Le Comité de l'Union s'est réuni le 1er juillet.

Il a reçu du Syndicat professionnel des Usines d'électricité une proposition de cahier des charges pour câbles à haute tension à soumettre aux divers Syndicats intéressés en vue d'arriver, d'un commun accord, à un texte unique pour les constructeurs et les consommateurs.

M. Meyer-May a prié M. Geoffroy, président de la troisième section professionnelle du Syndicat des Industries électriques, de se mettre en rapport à ce sujet avec M. Tainturier, du Syndicat des Usines, rapporteur de cette question.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES ET COMITÉ CENTRAL DES CHAMBRES SYNDICALES. — Ces Unions de Syndicats se sont occupées très activement de deux projets de loi relatifs à la réglementation du travail.

Le premier (*affichage des horaires*) a été adopté par la Chambre, le 25 juin, après plusieurs amendements satisfaisants, notamment une disposition exceptant les usines à feu continu et les travaux qui ne peuvent être interrompus à heure fixe d'avoir des horaires.

Le second (*réduction à 10 heures de la durée de la journée de travail des ouvriers adultes*) est actuellement en discussion.

Les Syndicats affiliés à ces Unions se sont mis d'accord sur une ligne de conduite qui leur a paru la plus convenable pour défendre les intérêts de l'industrie nationale.

— L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants, qui ont été remis aux membres de la Chambre Syndicale :

N° 357. Revue des questions sociales et ouvrières. Mai-juin 1908.

N° 358. Projet de loi relatif à la réglementation du travail. Texte de la commission du travail.

QUESTIONS FINANCIÈRES. — La Chambre Syndicale autorise le versement d'une somme de 300^{fr} pour participation du Syndicat aux dépenses du Comité électrotechnique français de la Commission électrotechnique internationale.

— Sur la proposition du Président, la Chambre Syndicale décide d'adhérer aux statuts de l'Association « Comité préparatoire des Élections consulaires » formée en vertu de la loi du 1er juillet 1901, entre toutes les Chambres Syndicales du département de la Seine. La cotisation annuelle est de 5^{fr}.

— M. le Président expose les avantages que le Syndicat pourrait retirer d'un abonnement aux services de l' « Office du Travail législatif et parlementaire » spécialement organisé pour faciliter l'étude de toutes les affaires soumises au Parlement et donner des renseignements sur les questions anciennes et récentes.

La Chambre apprécie ces avantages et autorise l'abonnement qui se monte à 75^fr par an.

— M. le Président signale également le périodique intitulé *Le Bulletin du Fournisseur*, organe de l'Union des Industries nationales.

Il indique quelles seront les grandes lignes de cette publication qui paraîtra les 1er, 10 et 20 de chaque mois et propose de souscrire un abonnement d'un an au prix de 20^fr.

La Chambre Syndicale autorise cette souscription.

— La Chambre Syndicale du département de la Seine adhérente à la Fédération nationale des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, électriciens, automobilistes de toutes industries et parties similaires, sollicite une subvention du Syndicat en faveur de son œuvre d'enseignement professionnel.

Sur la proposition du Président, la Chambre Syndicale décide d'offrir un prix à l'un des élèves les plus méritants des cours organisés par cette Chambre Syndicale.

Affaires diverses. — M. le Président rend compte des pourparlers qu'il a eus avec M. Geo Gérald, député, au sujet de la tarification douanière des isolateurs électriques.

— Sur la demande du Commissariat général de l'Exposition de Marseille, la Chambre Syndicale délègue M. Meyer-May pour représenter officiellement le Syndicat aux séances du Congrès des Applications de l'Électricité.

— L'Assemblée générale annuelle de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle a eu lieu le 30 juin.

Le Syndicat a pris part au vote pour les élections du Président et du Conseil.

— La Société des Ingénieurs civils de France fait connaître qu'elle suspend l'échange de son *Bulletin* avec le *Bulletin* du Syndicat.

Correspondance. — La Chambre Syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Circulaire du Syndicat professionnel des Usines d'électricité qui communique la composition de son bureau pour l'exercice 1908.

— Lettre du Syndicat des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, automobilistes, électriciens de toutes industries et parties similaires qui remercie des prix offerts aux élèves de ses cours professionnels.

— Circulaire de la Société internationale pour le développement de l'enseignement commercial qui signale l'organisation, à Mannheim, de cours de vacances destinés soit à de jeunes employés de commerce, soit à des diplômés d'écoles supérieures de commerce, soit à des professeurs d'écoles techniques.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 4^h30^m.

Le Secrétaire général,
de la Fontaine-Solare.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Loi relative à la ratification de la Convention internationale de Berne sur le travail de nuit des femmes employées dans l'industrie, p. 116. — Loi relative à l'institution des Conseils consultatifs du travail, p. 117.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêtés organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements, p. 117.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 119. — Tableau des cours du cuivre, p. 119.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

Quinzième Bulletin bimensuel de 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale du 28 juillet 1908.

Présents : MM. F. Meyer, président d'honneur; Debray et Tainturier, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général; Beauvois-Devaux, trésorier; Baux, Brachet, Eschwège, Lombard-Gérin, Sée.

Absents excusés : MM. Herbault, président d'honneur; Brylinski, président; Cordier, vice-président; Azaria, Dusaugey, Javal, Mondon.

En l'absence de M. Brylinski, M. Debray préside la séance.

Il est rendu compte de la situation de caisse qui fait ressortir un total de ressources budgétaires de 28018^fr,35 sur lesquelles il reste à encaisser 13067^fr,05.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des présentations en raison des demandes d'adhésion et statuer sur les admissions. (*Voir* cette liste dans *La Revue électrique* des 30 juin et 15 juillet 1908.)

Correspondance et travaux intérieurs. — M. le Président communique à la Chambre Syndicale les lettres de M. Bordelongue, directeur de l'exploitation électrique au Sous-Secrétariat d'État des Postes et Télégraphes; Dabat, directeur de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture; Collin-Delavaud, directeur de l'Office national du Commerce extérieur, de la Chambre de Commerce de Paris, etc., accusant réception de la communication relative à la constitution de la Chambre Syndicale et de son Bureau.

Sur cinq offres et une demande d'emploi, trois placements sont indiqués comme réalisés.

Loi sur les distributions d'énergie. — M. le Secrétaire général indique que, d'après les renseignements qui lui sont parvenus, deux règlements d'administration publique sont encore en élaboration : un donnant le cahier des charges type pour les concessions données par l'État et l'autre le cahier des charges type pour les transports d'énergie électrique. Jusqu'à nouvel ordre, il n'y aura pas de cahier des charges pour les petites communes.

M. le Secrétaire général confirme que les différentes éditions de cahier des charges type, arrêté technique, parues à l'*Officiel* ne sont que de simples rééditions en raison de l'épuisement des numéros du *Journal officiel* qui ont reproduit ces documents (1). Les quelques *errata* qui y figurent ne changent rien à l'ensemble du texte administratif.

Documents officiels. — M. le Président signale les divers documents officiels parus au *Journal officiel* depuis la dernière séance de la Chambre Syndicale. Cette liste est la suivante :

2e Annexe au 2e Rapport fait au nom de la Commission du travail chargée d'examiner le projet de loi relatif à la réglementation du travail (dispositions concernant le contrôle de la durée du travail dans les établissements industriels), par M. Justin Godart. (Chambre des députés, 5 juin 1908.)

3e Annexe au 4e Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner les projets de loi portant suppression des contributions directes et établissement d'un impôt général sur les revenus et d'un impôt complémentaire sur l'ensemble du revenu, par M. René Renoult, député. (Chambre des députés, 29 mai 1908.)

M. le Président signale que la loi votée sur les Conseils consultatifs du travail a été définitivement promulguée. Il en donne connaissance à la Chambre Syndicale.

Projet de loi sur la réglementation du travail. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour rendre compte de l'état, devant les Chambres, du projet de loi sur la réglementation du travail.

M. le Secrétaire général indique que la première loi relative aux horaires industriels, détachée du grand projet de loi sur la réglementation du travail, a été votée à la Chambre des députés, en permettant de multiplier les horaires généraux selon les catégories d'ouvriers, en admettant des circonstances atténuantes ; mais toutefois sans faire de distinction entre les contraventions aux simples violations d'horaires et celles pour la durée du travail.

M. le Secrétaire fait observer l'importante innovation introduite dans le projet de loi et qui assimile les usines à marche continue à celles à feu continu. Pour les premières, dans lesquelles rentreront un grand nombre d'usines électriques, un règlement d'administration publique, à étudier et à publier, fixera les conditions les concernant.

En ce qui concerne la réglementation du travail proprement dite, elle avait été inscrite également pour une séance du matin et d'une manière assez inattendue. Devant les protestations multiples émanant des différentes Chambres Syndicales, qui n'avaient pas été entendues par la Commission, le Gouvernement n'a pas persisté pour la discussion immédiate. Une enquête sera faite pendant les vacances auprès des différents adhérents pour attirer leur attention sur les dangers de cette réglementation. Il est à souhaiter, ainsi qu'il est demandé, qu'elle ne puisse être appliquée avant qu'elle ait été universellement adoptée en Europe en ce qui concerne la durée de 10 heures de la journée de travail.

M. le Secrétaire communique les différentes lettres qui ont été envoyées à tous les membres de la Commission du travail et aux députés susceptibles de s'intéresser à cette question. La Chambre Syndicale donne son approbation.

M. le Président fait connaître qu'à la date du 23 juillet 1908, M. le Ministre du Travail a accusé réception au Président du Syndicat de la communication qu'il lui avait transmise sur le projet de loi sur la réglementation du travail.

Relativement à cette même question, le Comité des Forges nous a remercié de l'activité que nous avons manifestée à cette occasion.

Projet de loi relatif aux usines hydrauliques établies sur les cours d'eau et canaux du domaine public. — M. le Président indique que, dans la séance de la Chambre des députés de 8 juillet, M. le Ministre des Travaux publics a déposé un projet de loi relatif aux usines hydrauliques établies sur les cours d'eau et canaux du domaine public,

Emploi des forces hydrauliques. — M. le Secrétaire général indique que M. Barthou, Ministre des Travaux publics, a accompli dernièrement un voyage dans le bassin du Rhône et dans la région de Grenoble pour étudier sur place l'importante question soulevée par l'emploi des forces hydrauliques. M. Barthou a été accompagné dans ce voyage par son chef de cabinet et M. Chargueraud, directeur des routes et de la navigation.

Brochure renfermant les documents relatifs a la loi sur les distributions d'énergie. — M. le Secrétaire général rend compte que les demandes faites dans le sein du Syndicat n'étant pas suffisantes pour qu'il puisse éditer d'une manière isolée ces documents, il s'est entendu avec divers groupements industriels pour faire une édition à frais communs qui pourra être distribuée à raison d'un exemplaire par usine adhérente, les exemplaires supplémentaires devant être payés. La Chambre Syndicale approuve cette dépense d'environ 400fr.

Nouveau régime de l'électricité a Paris. — M. le Président communique à la Chambre Syndicale les différents vœux qui ont été émis au Conseil municipal en ce qui concerne la garantie de consommation. Il fait remarquer que ces vœux ne peuvent avoir d'effet que si un accord contractuel intervient à cet égard. Il signale que les usines des Halles et du Parc Monceau ont été désaffectées.

(1) Une nouvelle édition du cahier des charges type a notamment paru dans le *Journal officiel* du 28 juin 1908.

M. le Président informe également la Chambre Syndicale des avis qui ont été publiés dans les numéros des 27 et 30 juin du *Bulletin municipal officiel*.

PROJET D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE LA VILLE DE TARSOUS. — Il est donné connaissance de la lettre de M. Collin-Delavaud, directeur de l'Office national du Commerce extérieur, en date du 24 juin, par laquelle il informe le Syndicat que les villes de Tarsous, Mersine et Adana seraient disposées à concéder l'éclairage électrique qui peut être réalisé au moyen de forces hydrauliques. Tous renseignements peuvent être obtenus soit en s'adressant à l'Office national du Commerce extérieur, soit au président de la municipalité de chacune de ces villes.

INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE TOULOUSE. — M. le Président communique les notices, photographies et résultats des travaux de l'Institut électrotechnique fondé par la ville de Toulouse en 1908. Il y a là une intéressante innovation qu'il serait bon de voir se multiplier en France.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — M. le Président remet aux membres présents les documents de cette Union publiés depuis la dernière séance :

Document n° 357. — Revue des questions sociales et ouvrières (mai-juin 1908).

Document n° 358. — Projet de loi relatif à la réglementation du travail, texte de la Commission du travail.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre Syndicale le numéro de juillet du *Bulletin* de cette Fédération contenant notamment une étude intéressante sur la situation économique de l'Allemagne.

COMMUNICATIONS DIVERSES. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre Syndicale le *Bulletin de la Société pour la propagande de l'incinération*, le *Bulletin de l'Exposition de Nancy en* 1909, la *France commerciale*, organe du Parlement commercial.

M. le Secrétaire général communique le nouveau catalogue de M. Amoudruz, agent général des ateliers Guénod, concernant les régulateurs automatiques, système Thury.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Secrétaire général dépose sur le bureau de la Chambre Syndicale les *Rayons cathodiques*, par M. P. Villard, 2e édition, dont il a été fait hommage par l'auteur. Il en sera rendu compte dans *La Revue Électrique*.

La Chambre Syndicale s'ajourne à la fin de septembre.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 18 juillet 1908.

Présents : MM. Eschwège, président; Fontaine, secrétaire général; Cousin et Lebaupin.

Absents excusés : MM. Benoist, Buffet, Tainturier et Weber.

NOMINATION D'UN SECRÉTAIRE. — M. le Président ayant consulté la Commission pour la nomination d'un secrétaire de séance, destiné à suppléer le secrétaire général toutes les fois qu'il ne pourra assister à la réunion de la Commission, désigne M. Lebaupin pour remplacer M. Fontaine à cet effet, le cas échéant.

STATISTIQUE DES USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES. — Un membre de la Commission demande s'il ne serait pas possible de se procurer une statistique aussi à jour que possible sur les usines hydro-électriques. Le Secrétariat fera à cet effet les démarches nécessaires auprès du Syndicat des Forces hydrauliques.

Relativement au procès-verbal de la dernière séance, la Commission émet le vœu que les passages de ce procès-verbal traitant des instructions pour la conduite et l'entretien des installations électriques, Rapport de MM. Guignard et Jess, soient soumis à M. le Président de la Chambre Syndicale.

ÉTUDE D'UNE GRANDE USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE. — Relativement à ces installations qui prennent dans les applications électrochimiques une importance considérable, M. le Président indique qu'il est à même, aussi bien sur cette question que sur celle comportant la fabrication d'acide nitrique et de nitrate de chaux, de pouvoir donner des renseignements intéressants à ceux de nos adhérents qui désireraient entreprendre cette fabrication dans des conditions plus restreintes, étant donné que les forces hydrauliques en France n'ont pas en général la même importance qu'en Norvège notamment.

QUESTIONS DIVERSES. — La Commission passe en revue les différentes questions à l'ordre du jour, savoir :

Instructions pour la réception des machines et transformateurs électriques. M. Renou, rapporteur.

Extrait du Rapport municipal sur les compteurs. M. Buffet.

Monographie d'une usine moderne avec photographies, clichés, etc. M. Tainturier.

Association pour l'achat en commun des lampes à incandescence. Rapport de M. Dusaugey.

Documents du Ministère de la Guerre (réponse du Syndicat des Industries électriques).

Instructions pour la conduite et l'entretien des installations électriques. Rapport de MM. Guignard et Jess.

Traversée des voies ferrées. M. A. Schlumberger, rapporteur.

Moteurs a courant alternatif. Rapport de M. Langlade.

Relevage des balais de moteurs. M. Buffet, rapporteur.

Poteaux et isolateurs. M. Mazen, rapporteur.

Nouvelles lampes à filament métallique. M. Lebaupin, rapporteur.

Raisons pouvant déterminer le choix entre les commutatrices et les convertisseurs. M. Moret, rapporteur.

État rétrospectif des questions à l'étude. M. Guignard, rapporteur.

Bardage des fardeaux dans les stations centrales.

Compte rendu bibliographique.

La Commission demande au Secrétariat de faire auprès des rapporteurs les instances nécessaires pour que la séance de rentrée au mois d'octobre puisse être occupée par la lecture et l'adoption de nombreux Rapports.

Les premières questions mises à l'ordre du jour seront les suivantes :

Extrait du Rapport municipal sur les compteurs. M. Buffet.

Instructions pour la réception des machines et transformateurs. M. Renou.

Association pour l'achat en commun des lampes à incandescence.

Instructions pour la conduite et l'entretien des installations électriques. Rapport de MM. Guignard et Jess.

Traversée des voies ferrées. M. A. Schlumberger, rapporteur.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission d'Exploitation administrative et commerciale du 24 juillet 1908.

Présents : MM. Sée, président; Javal, Doucerain, Rousselon.

Excusés : MM. Brylinski, président du Syndicat; Fontaine, secrétaire général; Cordier, George, Janvier, G. Meyer, Rosenfeld.

La *nomination d'un secrétaire* est remise à la prochaine séance.

Projet de loi sur la réglementation du travail (horaires industriels). — La Commission prend connaissance du texte voté par la Chambre des députés le 25 juin 1908.

Avant sa mise en vigueur, devront intervenir d'abord un vote du Sénat, puis un règlement d'administration publique. Il y aura lieu, si nous sommes consultés au sujet de ce règlement, d'examiner l'application de la loi non seulement au personnel des usines, mais encore au personnel extérieur.

Les questions suivantes sont ajournées à la prochaine séance : police type, impôts, statistiques, vols d'électricité, patentes.

Organisation du contrôle administratif. — M. Sée signale que dans les articles 35 et 42 du règlement général d'application de la loi de 1906, les mots *canalisations secondaires* doivent être interprétés dans un sens très étendu afin de simplifier les formalités administratives. Il y aura lieu d'attirer l'attention des exploitants sur cette interprétation qui a pu donner lieu à des malentendus.

Cahier des charges type. — La Commission décide de porter à l'ordre du jour de la prochaine séance l'interprétation de l'article sur la communication aux communes des traités de fourniture de courant. Comment doit se faire cette communication? Ne présente-t-elle pas des difficultés et des inconvénients?

La Commission décide de ne pas se réunir en août et septembre et de fixer sa prochaine réunion au troisième vendredi d'octobre.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 juillet 1908.

Membre actif.

M.

Mallet (Étienne), banquier, administrateur de l'Ouest-Lumière, 37 rue d'Anjou, à Paris, présenté par MM. Baux et Brylinski.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Avis.

Le Syndicat professionnel des Usines d'électricité tient à la disposition des adhérents la collection complète reliée en sept Volumes des *Bulletins* du Syndicat de juin 1896, date de la fondation du Syndicat, à décembre 1907, au prix de 40fr, frais d'envoi compris. Ce prix de faveur est spécialement réservé aux adhérents.

Cette collection comporte 2816 pages et relate tous les règlements, jugements et arrêts intéressant l'électricité. C'est l'historique le plus précis et le plus complet du développement des usines électriques en France depuis 12 ans. Elle est indispensable aux nouvelles Sociétés qui se créent ou cherchent à se développer. Nous ne saurions trop leur recommander de bénéficier le plus tôt possible de cette prime tout à fait exceptionnelle et dont il ne reste qu'un nombre d'exemplaires limité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Statistiques des stations centrales anglaises. — On publie annuellement en Angleterre un Annuaire des stations centrales qui donne des renseignements assez complets et d'un cadre très uniforme, ce qui permet de se faire une idée assez exacte des conditions générales de ces exploitations (published by Biggs and Sons, 139-140, Salisbury Court, Fleet Street, E. C.).

Les résultats financiers dépendent de trop de questions administratives et de circonstances particulières dont l'Annuaire ne peut donner le détail pour qu'on puisse essayer de tirer un enseignement profitable de la comparaison des différents résultats.

Au contraire, les résultats techniques peuvent être assez facilement comparés. L'Annuaire donne en détail les chiffres de production de courant, de vente de courant, de charge maximum ainsi que les puissances installées aux usines, la puissance et le nombre des moteurs alimentés, les puissances nominalement installées comme éclairage, etc. Il donne également quelques renseignements sommaires sur la composition de l'usine et sur le détail des dépenses d'exploitation.

Nous avons déduit de ces données un certain nombre de renseignements qu'on trouvera dans les Tableaux ci-contre et dont nous donnons l'interprétation.

Nous avons limité cette étude aux ville de plus de 100 000 habitants et nous avons laissé de côté toutes les installations pour lesquelles les renseignements fournis étaient un peu trop incomplets.

Nous avons fait, en outre, un Tableau spécial et une étude à part des exploitations qui emploient, d'une façon exclusive, des systèmes particuliers de force motrice. Pour cette étude, étant donné que les installations de ce genre sont assez rares, nous avons dû tenir compte de toutes les stations, même les moins importantes.

Explication des Tableaux.

Nous avons relevé spécialement dans l'Annuaire : la population, la puissance de l'usine, des éclairages, des moteurs; la charge maximum, l'énergie fabriquée et vendue annuellement, les prix de revient annuel (en livres sterling) du charbon, des fournitures accessoires, des réparations ; enfin, toutes les fois qu'elle a été donnée, la consommation annuelle du charbon en poids. Nous inscrivons à la suite les valeurs des différents coefficients d'exploitation qui s'en déduisent. Nous examinons les valeurs trouvées pour chacun d'eux et les conclusions qu'on en peut tirer.

Puissance à l'usine par habitant. — La moyenne des installations donne 25,6 watts par habitant. Les chiffres compris entre 20 et 30 watts sont les plus fréquents. Ce coefficient dépend évidemment beaucoup de circonstances particulières. Il peut être très diminué si l'usine dessert mal ou incomplètement la population officiellement enregistrée, ou si des conditions locales telles que le bas prix du gaz rendent l'éclairage électrique peu avantageux. Les chiffres les plus bas sont en général fournis par les villes où le gaz et l'électricité sont exploités par la même Compagnie.

Par contre, des prévisions exagérées pour la constitution des réserves à la station centrale donnent quelquefois des chiffres très élevés.

Malgré ces variations, le chiffre moyen présente un certain intérêt pour déterminer la puissance probable de l'usine destinée à desservir une certaine population. En général, la puissance à l'usine tend à augmenter avec la population. Les grandes agglomérations, comme Manchester, Édimbourg, Liverpool, ont des chiffres voisins de 40; Glasgow au contraire, malgré ses 785 000 habitants, n'atteint que 22,5 watts. Il est vrai que son usine non seulement ne fournit pas le courant aux tramways, mais leur demande encore une part assez importante de l'énergie qu'elle distribue.

Charge maximum par habitant. — La moyenne des valeurs de la charge maximum par habitant est de 14,78 watts. Les écarts sont considérables puisque, alors que Brighton atteint 40 watts par habitant, Southwark descend à 3,5 watts. Mais ce sont là, de part et d'autre, des chiffres exceptionnels. La charge maximum est ordinairement grande pour toutes les usines qui sont en même temps stations centrales pour les tramways. On sait d'ailleurs que les heures de demande maximum des deux services coïncident, de sorte que la charge maximum d'une usine mixte est à peu près la somme des charges maximum des deux services.

On remarquera que le maximum de charge par habitant est, à peu de chose près, les $\frac{3}{5}$ de la puissance installée à l'usine. La réserve ressort donc à 40 pour 100 de la puissance de cette dernière. Ce chiffre est d'ailleurs souvent dépassé et beaucoup de stations, aux jours de leur plus grande charge, ne tournent qu'avec la moitié de leurs machines.

Utilisation horaire de l'usine. — On sait que, dans le prix de revient du courant vendu, les charges de premier établissement sont de beaucoup supérieures à toutes les autres; aussi l'utilisation annuelle de l'usine, c'est-à-dire le nombre d'heures qu'elle aurait dû tourner à pleine charge pour produire l'énergie engendrée dans toute l'année, est un facteur important des conditions de production.

STATISTIQUES DE RÉSU[illegible]

VILLES.	HABITANTS.	SYSTÈME.	PUISSANCE.	PUISSANCE. Éclairage.	PUISSANCE. Moteurs.	CHARGE MAXIMUM.	ÉNERGIE fabriquée.	ÉNERGIE vendue.	CHARBON. Prix.	CHARBON. Po[illegible]
			kilowatts	kilowatts	kilowatts	kilowatts	kilowatts-h.	kilowatts-h.	£	
Aberdeen........	165 000	3 fils 440 volts	3 810	6 361	2 293	2 633	4 945 198	4 280 248	5 257	[illegible]
Battersea........	168 907	3 fils 460 volts	2 743	2 130	796	1 514	2 600 565	2 159 873	5 982	[illegible]
Belfast...........	358 580	3 fils 440 volts	6 800	8 525	3 038	4 375	5 251 598	4 510 049	5 374	[illegible]
Bermondsey......	130 486	3 fils 480 volts	1 475	"	"	682	1 766 989	1 564 462	2 505	[illegible]
Birkenhead......	116 000	3 fils 460 volts	1 400	2 740	482	752	935 543	886 695	1 914	[illegible]
Birmingham	522 204	3 fils 440 volts	5 760	11 000	3 279	4 761	6 961 304	5 583 904	10 114	[illegible]
Blackburn........	130 000	3 f. 440-220 v. et ~	4 518	4 601	1 380	2 270	3 917 723	3 331 460	4 170	[illegible]
Bolton...........	180 000	c. mono 83, triph. 50	5 000	7 727	3 535	3 218	7 107 744	6 055 551	6 525	[illegible]
Bristol...........	360 000	tri, mono, cont.	9 050	9 000	3 972	4 840	7 492 108	5 810 968	8 376	[illegible]
Bournemouth.....	"	mono 100 ~	4 060	4 599	408	2 189	2 608 824	2 005 095	5 855	[illegible]
Central El. S.....	"	triph. 50 ~	9 030	"	"	6 450	"	7 102 960	13 742	[illegible]
Derby..........	126 000	mono 40 ~	3 830	4 538	1 312	1 950	2 858 663	2 617 642	3 039	[illegible]
Dublin...........	289 000	mono et triph. 50 ~	4 500	3 850	500	2 496	3 861 811	2 840 825	6 573	[illegible]
East Ham........	120 000	3 fils 480 volts	1 925	1 397	98	1 050	2 372 839	2 115 805	4 076	[illegible]
Edinburgh........	336 577	cont. et altern.	12 817	28 834	7 388	8 760	14 315 062	12 914 119	15 244	[illegible]
Fulham..........	160 000	triph. 50 ~	3 000	3 200	799	1 250	2 800 897	2 211 259	3 964	[illegible]
Glasgow..........	785 000	3 fils 500 volts	17 733	37 035	11 954	16 304	25 758 521	21 536 425	20 037	[illegible]
Hackney..........	232 000	3 fils 480 volts	3 372	3 897	1 194	1 902	3 345 835	2 890 896	1 333	[illegible]
Halifax...........	106 000	3 f. 460 v., ditriph. 25 ~	4 750	4 263	930	2 823	5 043 398	4 371 598	4 296	[illegible]
Hammersmith....	120 000	mono 50 ~	4 500	3 924	1 401	3 297	4 350 342	3 644 146	5 593	[illegible]
Hull.............	240 259	3 f. 240 v. (c. h. tension)	5 454	9 751	3 233	3 960	6 304 978	4 119 963	7 491	[illegible]
Islington.........	334 991	mono 50 ~	5 100	4 507	"	2 641	4 077 219	3 398 100	9 695	[illegible]
Leeds............	463 495	m. 43 ~, b. 50 ~	10 730	19 187	5 471	6 730	"	9 197 259	6 725	[illegible]
Leicester.........	211 579	mono 50 ~	3 400	7 580	804	2 426	2 313 342	2 014 722	"	[illegible]
Leyton.........	110 000	3 fils 300 volts	2 580	2 187	129	940	1 786 865	1 509 433	3 427	[illegible]
Liverpool.........	704 134	3 fils 460 volts	27 670	23 106	6 281	15 752	"	31 452 323	35 352	[illegible]
Manchester.......	659 100	5-3 f. 400 v., triph. 50 ~	24 360	29 683	12 110	21 928	55 025 966	40 617 784	39 875	[illegible]
Metropolitan.....	"	mono 60 ~	18 720	21 271	"	14 360	"	14 079 160	32 683	[illegible]
Middlesborough...	100 000	3 fils 340 volts	1 600	2 275	836	1 202	1 685 000	1 361 000	2 562	[illegible]
Norwich..........	111 728	3 fils 440 volts	2 874	4 939	1 303	1 822	2 594 677	2 246 319	3 889	[illegible]
Oldham..........	137 238	3 fils 420 volts	4 140	2 734	"	2 400	4 514 729	4 133 615	7 000	[illegible]
Plymouth........	117 000	mono. lum. 500v tram	2 800	2 099	1 597	1 349	2 303 934	1 922 684	4 478	[illegible]
Poplar...........	168 822	triph., cont.	3 400	4 446	4 400	1 520	3 933 021	3 041 100	5 080	[illegible]
Portsmouth......	201 975	mono 50 ~	3 336	6 406	398	2 580	3 841 850	3 089 380	9 461	[illegible]
Preston...........	119 000	3 fils 220 volts	2 630	3 768	"	1 138	1 462 218	1 391 763	2 323	[illegible]
Saint-Pancras....	235 317	3 fils 440 volts	5 880	10 975	2 843	3 660	8 025 553	6 655 774	13 007	[illegible]
Salford...........	231 000	3 fils 440 volts	6 520	5 040	6 054	4 375	12 264 969	10 907 123	8 822	[illegible]
Sheffield..........	412 000	mono	7 940	14 082	4 807	4 884	6 731 870	5 188 945	4 842	[illegible]
Southampton.....	107 800	3 fils et altern.	1 320	2 929	390	1 607	2 863 444	2 370 235	3 912	[illegible]
Southshield.......	111 402	mono 50 ~	2 700	2 202	60	970	1 696 142	1 438 921	1 842	[illegible]
Southwark.......	206 180	3 fils 440 volts	1 212	1 495	625	700	1 106 300	1 300 853	3 055	[illegible]
Sunderland.......	158 877	tri. 80 ~, c. 220 ~	6 280	12876 (+tract.)	8 480	3 746	7 487 048	6 159 954	10 405	[illegible]
West Ham........	294 997	mono 50 ~	7 200	4 497	1 437	3 300	6 830 171	6 000 616	10 358	[illegible]
Wolwerhampton..	100 067	3 fils 440 volts	2 380	2 724	873	1 667	3 758 264	3 206 420	2 765	[illegible]
Moyennes.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	

PLOITATION DE CENTRALES ANGLAISES.

PRIX		PUISSANCE à l'usine par habitant.	CHARGE MAXIMUM par habitant.	UTILISATION HORAIRE			RENDEMENT de distribution.	PRIX PAR KILOWATT-HEURE			POIDS de charbon par kilowatt-heure.
des [ac]cessoires.	des réparations.			de l'usine.	des installations.	rapportée à la charge maximum.		du charbon.	des accessoires.	des réparations.	
£	£	watts	watts	h	h	h		c	c	c	kg
360	857	38,5	16	1300	670	1900	86	2,7	0,18	0,43	2,100
354	2289	13	9	950	1000	1700	83	5,8	0,34	2,2	3
636	3597	23,5	12	780	525	1200	86,5	2,6	0,3	1,7	″
191	1109	″	5	1200	″	2600	88,5	3,6	0,27	1,6	″
295	1098	23,5	6,5	670	320	1220	94,5	5,1	0,87	2,8	4,100
1583	4747	21	9	1320	500	1500	81	3,7	0,5	1,7	3,500
1098	885	35	17	870	720	1700	85	2,7	0,7	0,6	″
1065	2527	42,5	18	1420	780	2200	85	2,3	0,37	0,88	2,350
975	2389	25	13,5	830	640	1550	78	2,8	0,33	0,8	2,800
757	2158	″	″	650	430	1200	77	5,6	0,75	2,05	″
1212	2510	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″
547	3210	30	15	750	570	1460	91,5	2,6	0,47	2,8	4
637	1794	15,5	8,5	850	740	1540	74	4,2	0,41	1,16	3,4
365	1502	16	8,5	1230	1520	2250	89	4,3	0,38	1,6	″
232	7506	38	26	1120	450	1640	90	2,6	0,4	1,3	″
577	481	19	8	930	690	2250	79	3,5	0,5	0,43	2,35
865	16498	22,5	21	1450	580	1580	84	1,9	0,28	1,6	2,2
186	691	14,5	8,5	1000	760	1760	86,5	1	0,21	0,52	″
691	3412	45	27	1100	1020	1790	87	2,1	0,35	1,7	2,5
558	1948	37,5	27	970	950	1330	84	3,1	0,32	1,12	″
585	5769	22,5	16,5	1150	425	1600	65	3	0,23	2,3	2,75
073	6043	15	8	800	750	1550	83,5	6	0,65	3,9	″
804	5291	23	14,5	″	600	″	″	″	″	″	″
″	″	16	11,5	680	250	950	87	″	″	″	″
904	1075	23,5	8,5	690	700	1900	85	4,8	0,41	1,5	2,6
800	9010	39	22	″	1370	″	″	″	″	″	″
555	29983	37	33	2250	1370	2500	74	1,8	0,3	1,36	″
970	14640	″	″	″	670	″	″	″	″	″	″
560	512	16	12	1050	600	1400	81	3,8	3,8	0,76	2,3
695	3257	26	16	900	450	1380	87	3,8	0,28	3,1	″
575	2282	30	17,5	1100	1500	1880	92	3,9	0,48	1,27	″
692	1608	24	11,5	820	920	1720	83,5	4,8	0,31	1,74	″
381	1667	20	9	1150	680	2600	78	3,2	0,24	1,06	2,2
346	5321	17	13	1150	480	1500	80	6,1	0,48	3,45	″
993	1112	22	9,5	550	370	1280	95,5	4	0,5	1,9	″
380	7898	25	15	1350	610	2200	83	4,1	0,32	2,45	2,55
191	5812	28	19	1880	2150	2800	89,5	1,8	0,23	1,2	1,750
864	3650	29	11,5	850	370	1380	77	1,8	0,1	1,36	2,250
465	3508	12,5	15	2150	810	1770	83	3,4	0,35	3	″
157	810	24,5	8,5	630	680	1750	85	2,7	0,38	1,2	2,650
779	1440	6	3,5	1070	740	1870	85	5,9	0,54	2,75	″
138	2631	40	23,5	1200	480	2000	82	3,5	0,45	0,89	3,05
542	3468	24,5	11	950	1340	2100	88	3,8	0,31	1,26	″
197	2604	23,5	16,5	1580	1180	2250	87	1,8	0,27	1,74	2,15
•	″	26,6	14,78	1093	749	1769	82,7	3,56	0,47	1,67	2,68

STATISTIQUE DES RÉSULT[...]

(*Syst*[...]

VILLES.	HABITANTS.	SYSTÈME.	PUISSANCE.	PUISSANCE.		CHARGE MAXIMUM.	ÉNERGIE		CHARBONS.	
				Éclairage.	Moteurs.		fabriquée	vendue.	Prix.	Poids.
										Mote[...]
			kilowatts	kilowatts	kilowatts	kilowatts	kilowatts-h.	kilowatts-h.	£	
Brighton	127 183	3 fils 460 volts	5 595	10 350	1 120	5019	8 977 522	8 000 200	22 832	22 [illegible]
Chelsea...........	46 753	3 fils 400 volts	3 500	7 760	"	2388	"	3 222 038	8 579	"
Dundee....	164 000	3 fils 400 volts	3 010	3 266	967	2367	3 963 597	3 439 231	3 182	"
Nottingham	239 753	3 fils 400 volts	9 603	8 416	263	5615	9 792 495	9 052 562	13 518	"
										Turbi[...]
Banbury..........	13 000	3 fils 460 volts	225	299	76	163	130 505	93 113	253	[illegible]
Cambridge	45 000	3 fils 205 volts, 90 ∼	1 970	1 729	118	646	841 786	559 640	1 656	"
Frome............	12 000	3 fils 480 volts	525	710	760	"	535 662	372 113	721	1 [illegible]
Loughborough....	"	3 fils 440 volts	500	455	420	200	166 153	96 513	214	"
Melton-Mowbray .	8 000	3 fils 480 volts	300	540	120	156	253 065	191 829	361	8[illegible]
Newcastle	"	80 ∼	8 000	14 000	"	"	6 927 138	5 533 701	"	"
S.-Marylebone....	133 301	3 fils 480 volts	12 000	"	"	5678	5 632 438	3 682 863	9 291	121[illegible]
										Moteur[...]
Bridgewater	15 209	3 fils 460 volts	200	105	18	40	34 789	23 002	57	[illegible]
Faversham........	11 234	3 fils 460 volts	250	193	31	85	117 000	78 039	197	[illegible]
Leek	16 000	3 fils 460 volts	255	204	75	68	"	58 390	184 gaz	[illegible]
Limerick	38 000	3 fils 460 volts	225	"	"	"	236 445	182 771	415	"
Newbury..........	12 000	3 fils 480 volts	317	301	"	131	154 627	120 620	135	"
Newcastl.-u.-Lyme	"	3 fils 460 volts	60	106	"	61	46 312	41 094	203 gaz	"
Ryde.............	15 688	2 fils et ∼	225	454	"	117	210 619	116 450	294	[illegible]
Walthamstow.....	120 000	3 fils 460 volts	1 800	1 631	415	1104	2 393 850	2 032 971	4 063	"
Withney	3 500	cont. 220	72	140	24	69	39 000	36 000	104	[illegible]

L'utilisation moyenne des usines considérées est de 1093 heures par an, soit 3 heures par jour et 12 pour 100 du temps total. Ce coefficient est assez variable. Il s'abaisse beaucoup pour les installations qui ont une trop grande réserve ou une clientèle défavorable. Il peut s'élever au contraire quand les installations sont à leur limite de puissance, ou même si elles la dépassent par l'emploi de batteries d'accumulateurs. La valeur la plus élevée est de 2250 heures pour Manchester, la plus basse 650 heures pour Bournemouth.

Utilisation des installations. — Le quotient de l'énergie vendue par la puissance nominale des installations d'éclairage donne une idée de l'utilisation du réseau. L'utilisation des installations est encore plus faible que celle de l'usine. Elle ressort en moyenne à 749 heures par an. Les valeurs élevées de ce coefficient ne présentent pas toujours un grand intérêt, car elles proviennent des moteurs et de la traction dont la consommation est englobée dans la vente totale et qui ne sont pas compris dans la puissance des installations. Ce sont les valeurs inférieures qui sont le plus instructives. Le chiffre le plus bas, 250 heures par an, est enregistré à Leicester, installation qui n'a presque pas de moteurs, pas de traction, et qui n'impose aucun tarif spécial à ses abonnés. Bien que ce chiffre soit très bas, il semble qu'il ne faille pas espérer beaucoup plus pour les installations d'éclairage. 300 à 350 heures par an représentent à peu près l'utilisation moyenne.

Utilisation rapportée au maximum de charge. — Le quotient de l'énergie annuellement produite par le maximum de charge à l'usine est particulièrement intéressant, puisqu'il serait le coefficient d'utilisation d'une usine idéale strictement suffisante pour la demande. C'est un coefficient qui ne dépend plus que des circonstances locales matérielles, et nullement des erreurs personnelles d'appréciation qu'on a pu commettre en construisant l'usine ou en faisant les installations.

Il en résulte que ce coefficient est infiniment moins

EXPLOITATION DE CENTRALES ANGLAISES.

éciaux.)

PRIX		PUISSANCE à l'usine par habitant.	CHARGE MAXIMUM par habitant.	UTILISATION HORAIRE			RENDEMENT de distribution.	PRIX PAR KILOWATT-HEURE			POIDS de charbon par kilowatt-heure.
des ccessoires.	des réparations.			de l'usine.	des installations.	rapportée à la charge maximum.		du charbon.	des accessoires.	des réparations.	
llans.											
£ 2120	£ 6 631	watts 44	watts 40	h 1500	h 770	h 1800	89,5	c 6,2	c 0,6	c 1,8	kg 2,500
568	3 929	36,5	25	〃	420	〃	〃	〃	〃	〃	〃
565	10 801	18,3	14,5	1340	1050	1680	87	2	0,35	6,8	〃
2850	3 340	40	23,5	1020	1080	1770	92	3,45	0,73	0,85	〃
apeur.											
17	345	17,3	12,5	575	310	800	72	4,85	0,33	6,6	5,8
252	506	44	14,5	430	320	1300	67	4,9	0,75	1,5	〃
124	237	44	〃	1020	520	〃	70	3,75	0,58	1,1	3,300
95	241	〃	〃	330	210	830	58	3,25	1,4	3,6	〃
59	240	37,5	19,5	850	350	1640	76	3,6	0,59	2,4	3,350
〃	〃	〃	〃	860	395	〃	80	〃	〃	〃	〃
869	1 298	90	43	470	〃	990	66	4,1	0,38	0,58	2,150
: pauvre.											
11	13	13,4	2,7	175	220	880	66	4,1	0,8	0,95	1,700
11	60	22,5	7,7	470	400	1380	67	4,2	0,23	1,3	1,030
22	28	16	4,25	〃	285	〃	〃	〃	〃	〃	〃
161	249	6	〃	1050	〃	〃	77	4,4	1,7	2,65	〃
51	232	26,5	11	490	400	1180	78	2,2	0,8	3,8	〃
83	10	〃	〃	770	385	750	88	11	1,25	0,55	env. 1m³ de gaz
137	203	14,3	7,5	950	250	1800	55	3,5	1,6	2,45	1,100
668	2 944	15	9,2	1340	1250	2200	85	4,25	1	3,1	〃
15	121	20,5	20	540	260	570	92	6,5	0,95	7,7	2,05

variable que les autres. Sa moyenne est de 1769 heures, soit près de 5 heures par jour; la valeur la plus élevée, 2800 heures, est atteinte à Salford, installation où il y a beaucoup de moteurs et de la traction. Viennent immédiatement après Poplar et Bermundsey avec 2600 heures, sans le concours de la traction, mais avec des tarifs spéciaux restreignant la demande maximum. Il est évident que la traction et les tarifs spéciaux tendent à augmenter ce coefficient. Mais ces dispositions n'ont pas une influence aussi prépondérante qu'on pourrait le croire, car elle n'arrive pas dans certains cas à éviter un coefficient d'utilisation inférieur à la moyenne. Dans d'autres cas, au contraire, on obtient une très bonne utilisation sans y avoir recours. Le chiffre le plus bas obtenu à Leicester, 950 heures, est celui d'une installation à tarif ordinaire et n'alimentant presque exclusivement que de l'éclairage.

Il est à remarquer que, sur 55 stations examinées, 10 seulement ont une utilisation inférieure à 1500 heures et 10, supérieure à 2000 heures. On peut donc compter que 60 pour 100 des installations ont une utilisation annuelle comprise entre ces deux chiffres.

Si l'on rapproche ces observations des études faites par le Service municipal de la Ville de Paris sur les mêmes coefficients dans chaque quartier, on voit que les variations d'une ville à l'autre, quand on prend chaque fois la consommation d'ensemble, sont infiniment moins grandes que les variations entre les différents quartiers d'une même grande ville. On en conclura facilement que le système de division en secteurs est particulièrement dangereux, car certaines des usines peuvent se trouver dans des conditions d'exploitation impraticables, alors que d'autres seront dans des conditions exceptionnellement favorables.

Rendement de distribution. — Il est le quotient de l'énergie vendue par l'énergie produite. Ce n'est pas exactement un coefficient théorique, puisqu'on comprend dans les termes tout le courant employé à d'autres

3...

usages qu'à la vente. C'est donc en réalité un rendement commercial.

La moyenne du rendement de distribution est de 82,7; le chiffre le plus élevé est 95,5, obtenu à Preston avec une distribution 3 fils à 220 volts. Vient après Birkenhead avec 94,5 pour une installation 3 fils à 460 volts. Le chiffre le plus bas, 74, est obtenu à Dublin et Manchester avec des usines à courant alternatif. D'ailleurs tous les rendements inférieurs à 80 sont ceux d'installations alternatives, et cela confirme ce qu'on savait déjà au sujet du mauvais rendement de distribution de ces systèmes. Ce n'est pas d'ailleurs là une infériorité très importante, car le rendement de ces installations est le meilleur à la pleine charge, de sorte que la puissance installée à l'usine n'en est pas sensiblement augmentée. Au contraire, les installations en courant continu donnent un meilleur rendement global, parce que la perte, tout entière sous forme de chute de tension, est limitée par les exigences de l'éclairage. Mais, cette perte étant la plus grande avec les plus fortes charges, la puissance qu'il faut installer à l'usine doit dépasser la demande de la clientèle d'une fraction beaucoup plus forte que ne l'indiquerait la considération du rendement moyen.

Prix du charbon par kilowatt-heure. — En moyenne, le prix du charbon ressort à 3,56 centimes par kilowatt-heure produit à l'usine (en comptant la livre sterling pour 25 francs). Ce prix est naturellement variable, car il dépend à la fois de la consommation et du prix du charbon. La consommation dépend également de la qualité du combustible. On l'emploie en général d'autant plus mauvais qu'on est le plus rapproché de la mine et il coûte alors très peu. Il en résulte que très souvent la consommation de combustible est la plus faible en prix là où elle est la plus forte en poids. Enfin, l'Annuaire ne faisant pas mention de la marche à condensation ou à échappement libre, il y a de ce fait un gros élément de variations qui reste inconnu.

Les prix les plus bas sont de 2 centimes, le plus élevé de 6,2 centimes. On voit que, même dans le cas le plus défavorable, la valeur du combustible est une faible fraction du prix de vente du courant, principalement du courant destiné à l'éclairage.

Prix des réparations et des accessoires par kilowatt-heure. — Nous n'avons pas examiné les éléments du prix de revient constitués par les salaires, les frais d'administration, les frais généraux de toutes sortes, qui ne nous paraissent pas liés d'une façon bien certaine aux conditions de la production de courant. Mais nous avons cru nécessaire d'examiner le prix de revient des fournitures accessoires (eau, huile, etc.) et des réparations. La moyenne du prix des réparations a été de 1,67 centime et celui des fournitures accessoires de 0,47 centime. Les fournitures accessoires ne dépassent pas 0,8 centime; cet élément de dépense paraît assez constant et d'importance relativement très faible. Les réparations, au contraire, comme il fallait s'y attendre, sont extrêmement variables d'une installation à l'autre et même d'une année à l'autre dans la même installation. Dans bien des cas le prix des réparations est tout à fait comparable à celui des combustibles. Le chiffre le plus élevé est de 3,9 centimes.

Poids de charbon consommé par kilowatt-heure. — Pour un certain nombre d'usines, le poids du charbon consommé annuellement étant connu, nous en avons déduit la consommation spécifique; elle est en moyenne de $2^{kg},8$, le chiffre le plus bas étant de $1^{kg},750$ et le plus élevé de $4^{kg},500$; il semble qu'il faille compter en pratique sur une consommation de 2^{kg} au moins et, plus normalement, de $2^{kg},500$. Ces poids sont sensiblement plus élevés que ceux qu'on obtient aux essais avec la pleine charge des machines.

Examen des systèmes spéciaux.

Centrales Willans. — Les machines Willans sont très répandues en Angleterre dans les usines électriques. Elles ont été les premières machines à grande vitesse pratiques et ont contribué au développement des unités directement couplées à une époque où l'on n'envisageait ni les grandes puissances ni les marches lentes pour les génératrices électriques. Quelques stations, en particulier, ont été montées uniquement avec ce système de machines motrices. Nous en avons réuni les résultats en Tableau.

La consommation de charbon paraît tout à fait comparable à celles des autres centrales en ce qui concerne les prix. En poids, pour la seule station où le chiffre soit connu, il est inférieur à la moyenne.

Les fournitures accessoires paraissent également tout à fait normales. Il semble donc que ces machines sont au moins aussi avantageuses que d'autres, et que leurs avantages spéciaux de faible encombrement ne sont pas compensés par des inconvénients graves. Cependant les réparations, pour une station tout au moins, atteignent la valeur énorme de 6,8 centimes. Il est vrai de dire qu'elles avaient été presque nulles pour l'année précédente d'exploitation pour la même station. On ne peut donc rien en conclure de nettement favorable.

Turbines à vapeur. — L'Angleterre a été pour ainsi dire le berceau de la turbine moderne appliquée à l'électricité. En France on avait développé surtout la turbine de Laval à roue unique, qui est aujourd'hui pratiquement abandonnée. Vers la même époque on développait en Angleterre la turbine à roue multiple de Parsons, et il y a un certain nombre de stations centrales qui fonctionnent depuis très longtemps avec des unités de ce système. Cambridge en particulier marche depuis 1892, soit 16 ans, avec des turbines dont une de 35 kilowatts.

Ces anciennes machines sont souvent à très grande vitesse (environ 6000 t : m), et elles actionnent soit des génératrices bipolaires directement couplées, fournissant du courant à 110 ou 220 volts continu, ou des alternateurs de fréquence élevée à induit mobile.

Bien qu'il soit aujourd'hui reconnu que la turbine n'est avantageuse que pour les grandes puissances, il est très intéressant d'examiner les résultats des installations de début. Sur les sept stations considérées, la moyenne du prix de charbon par kilowatt-heure a été de 4 centimes, les fournitures accessoires de 0,67 centime et les réparations de 2,6 centimes. La consommation de charbon en poids a été de $3^{kg},650$.

Il est incontestable que ces résultats annuels ne sont pas favorables, bien qu'ils ne soient pas les plus mauvais qu'on ait obtenus avec d'autres systèmes. La suppression du graissage aurait dû faire, semble-t-il, une économie sur les fournitures accessoires. Il n'en est rien, mais il faut tenir compte que dans ces accessoires rentrent les balais de la dynamo, et c'est un chapitre assez important avec les anciennes machines à grande vitesse et balais métalliques, principalement en courant continu. C'est également, sans aucun doute, à la dynamo qu'il faut attribuer le prix élevé des réparations.

La seule des stations qui soit moderne, Saint-Marylebone, donne à tous les points de vue des résultats plus favorables. Ils ne sont cependant point nettement supérieurs aux moyennes générales, et il ne semble pas que la turbine apporte une économie intéressante pour la production d'énergie. La question des commodités d'emplacement et des facilités de construction des très grosses unités paraît être le principal avantage qu'on retire de son emploi. Il est regrettable qu'aucune des plus grosses centrales récentes montées avec de grandes turbines n'ait fourni de renseignements détaillés sur son exploitation.

Moteurs à gaz pauvre. — Presque toutes les stations à gaz pauvre sont dans de toutes petites villes, et marchent, par conséquent, dans des conditions financières très défavorables L'exploitation de la plupart est en déficit. Comme on pourra s'en rendre compte par les coefficients d'exploitation du Tableau, le système n'est pour rien dans ces résultats. Les conditions défavorables d'exploitation en sont seules cause.

La station de Walthamstow est la seule qui ait une certaine importance et puisse être comparée aux autres exploitations à vapeur considérées. Cette station est montée entièrement en moteurs Westinghouse, et elle s'est développée depuis ses débuts (1901) en conservant ce système, ce qui semble démontrer qu'il a réellement donné satisfaction.

Les coefficients d'exploitation de ce réseau sont presque normaux; aussi le bénéfice annuel paraît avoir une valeur satisfaisante.

Les moyennes de toutes les installations à gaz pauvre donnent 4,1 centimes par kilowatt-heure pour le combustible, 1 centime pour les fournitures et 2,7 centimes pour les réparations. Ces chiffres dans leur ensemble ne sont pas favorables et ne font pas ressortir un intérêt quelconque à l'adoption du gaz pauvre de préférence à la vapeur.

Cependant ils sont à peine plus élevés que ceux obtenus par les installations de début en turbines à vapeur. Ce sont surtout les réparations qui élèvent le prix de revient du courant d'une façon trop imprévue, car, si l'on se rapporte à l'exploitation de Walthamstow, les réparations, qui représentaient seulement 0,35 centime en 1906 ont décuplé l'année suivante. Il en est résulté une diminution considérable du bénéfice final.

Par contre, si l'on ne considère que la consommation de combustible en poids, elle est extrêmement favorable; elle ressort en moyenne à $1^{kg},450$, et, pour deux stations de puissance cependant très faible, elle s'abaisse presque à 1^{kg}. Il est certain que, là où le combustible vient de loin et où il n'y a pas de grande différence entre le prix d'un combustible de choix et d'un combustible médiocre, le moteur à gaz pauvre serait la meilleure des solutions si les réparations n'étaient pas une charge si lourde et aussi irrégulière. Les frais de premier établissement sont aussi plus élevés, et d'autant plus qu'il faut prévoir des rechanges très larges et par conséquent installer beaucoup plus de puissance qu'on ne le ferait avec d'autres systèmes pour le même réseau desservi.

Conclusions.

Cette étude succincte nous a montré combien les statistiques pouvaient être utiles pour servir de guide dans l'établissement des projets et des prévisions d'exploitation des stations centrales. Il serait intéressant d'établir des statistiques analogues pour d'autres pays et plus particulièrement pour la France.

L'examen des coefficients nous a montré que les relations de charge moyenne à charge maximum ont une certaine constance qui permettrait de prévoir avec une certaine approximation quelle puissance il convient d'installer et l'utilisation qu'on peut en attendre.

L'examen des prix de production du courant nous a montré que les dépenses par kilowatt-heure sont bien plus variables et, en général, supérieures à celles qu'on pourrait prévoir d'après les garanties des constructeurs.

Les dépenses de production proprement dites n'ont d'ailleurs qu'une importance commerciale secondaire; les circonstances locales et tout ce qui pourra influer sur les caractères de la consommation ont une importance bien supérieure. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, ni le groupement dans une usine du service de traction et d'éclairage. ni les artifices de tarification ne sont des procédés infaillibles pour augmenter l'utilisation annuelle. Il en résulte que les affaires de secteur d'électricité sont avant tout des affaires commerciales, les conditions de vente ayant sur le prix de revient lui-même un effet supérieur à la perfection technique des installations et de leur conduite. Aussi les systèmes de distribution qui permettent le mieux de satisfaire tous les besoins de la clientèle auront un avantage marqué, même s'ils sont techniquement inférieurs; c'est le cas de la distribution en courant continu, direct ou par sous-stations.

L'examen de systèmes spéciaux nous a montré que ni la machine à vapeur à grande vitesse ni la turbine ne présentent d'avantages évidents à l'exploitation sur les machines à vapeur ordinaires. La turbine, en particulier, ne paraît intéressante que pour les grosses unités, et, même dans ce cas, elle ne semble pas jusqu'ici plus économique en service courant que les autres systèmes.

Le moteur à gaz pauvre présenterait un avantage incontestable comme consommation de combustible en poids. Malheureusement il exige des combustible spéciaux relativement coûteux, et en définitive l'économie, de ce chef, est très contestable. Par contre, les dépenses d'entretien et de réparations sont si considérables et si aléatoires, que ce système ne paraît pas encore réellement pratique.

Nous n'avons trouvé aucune trace dans l'Annuaire de

stations montées uniquement avec des moteurs Diesel à pétrole lourd. Il semble, malgré tout le bruit fait autour de ce moteur, qu'il n'a encore aucune importance pratique, tout au moins pour cet usage particulier.

R. Rougé.

Usine de transmission à haute tension de la vallée de la Urft (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 19 et 25 mars, 2 avril 1908, p. 307, 336 et 355). — Le barrage de la Urft, appelé aussi barrage de la Rühr, forme actuellement le plus grand bassin artificiel qui ait été combiné pour endiguer les eaux déversées par une région étendue et empêcher les inondations, en même temps qu'il permet de transformer l'énergie hydraulique en énergie électrique distribuée sur un vaste territoire très industriel. Sa construction a été réalisée avec le concours et aux frais des villes de Aachen-Ville, Aachen-Campagne, Düren, Schleiden, Heinsberg, Jülich et Montjoie, qui ont formé une Société sous le nom de Rurtalsperren-Gesellschaft m. b. H., ayant son siège à Aachen. On a adopté ce nom parce que l'usine génératrice est édifiée à Heimbach, sur la Rühr, dans laquelle se jette la Urft, à quelques kilomètres en aval du barrage, et que la Société se réserve la construction d'autres barrages pour l'avenir.

I. Installation hydraulique. — Le pays qui alimente le bassin occupe une surface de 375^{km^2}; en 1900, il y est tombé 328 millions de mètres cubes d'eau et 363 millions en 1901 ; la hauteur annuelle des pluies oscille entre 800^{mm} et 1000^{mm}. La rivière charrie environ 160 millions de mètres cubes d'eau, soit de $4^{m^3},7$ à $6^{m^3},2$ à la seconde.

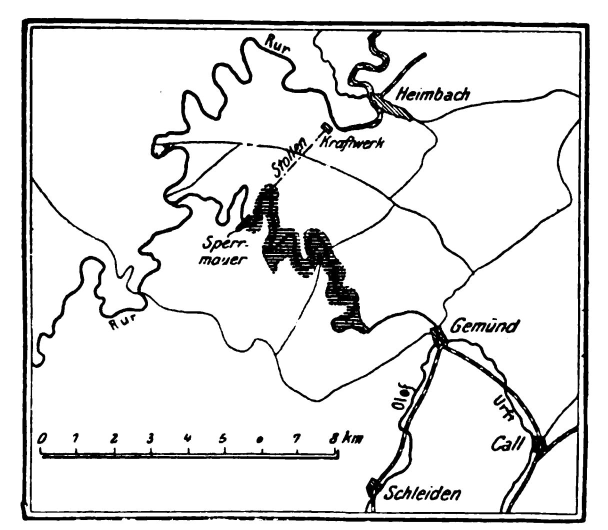


Fig. 1. — Plan des installations hydrauliques de la Urft : Sperrmauer, barrage; Stollen, galeries souterraines; Kraftwerk, usine génératrice.

Le plan de la figure 1 donne les positions relatives de l'usine, du barrage, des conduites et du lac qui s'étend sur une longueur de 10^{km} et couvre $2^{km^2},16$ (partie hachurée de la figure).

Le mur qui ferme la vallée est couronné par une chaussée de 226^{m} de longueur; il a la forme d'un arc de cercle de 220^{m} de rayon ; une de ses extrémités vient s'appuyer sur des enrochements qu'on a utilisés pour faire un déversoir de 100^{m}, ce qui porte le développement total du barrage à 326^{m}. Sa construction a été bien facilitée par la configuration de la vallée et la nature rocheuse du sol en ce point. Un pont règne sur toute la longueur du déversoir divisé en dix parties de 9^{m} chacune et dont deux sont munies de vannes qui sont ouvertes dès que le niveau des eaux atteint $320^{m},5$ au-dessus du niveau de la mer. La capacité totale du bief est de 45500000^{m^3}. La maçonnerie a une hauteur maxima de 58^{m} et l'eau une profondeur maxima de 53^{m}. On a prévu trois pertuis de vidange mesurant environ 140^{m} de longueur et capables de débiter chacun 100^{m^3} d'eau à la seconde.

Comme on le voit sur la figure 1, la prise d'eau n'est pas dans le mur même ; on l'a établie à un coude (Stollen), très voisin de l'usine génératrice. Elle consiste en un puits fermé par des vannes d'où l'eau est conduite vers la station par un tunnel de 2800^{m} de long avec une pente de 1 pour 2750. La section du tunnel est de $6^{m^2},14$, ce qui correspond à une hauteur de $2^{m},72$ et une largeur de $2^{m},56$. L'épaisseur de la maçonnerie varie entre 28^{cm} et 77^{cm}, suivant la nature du terrain. Un peu avant l'usine, le tunnel débouche dans une chambre à air où l'on a également prévu un système de vannage. Cette chambre à air, dont le point culminant s'élève à $334^{m},5$ au-dessus du niveau de la mer, joue le rôle de régulateur de pression quand il se produit de brusques variations dans le débit de l'eau. Elle est creusée dans la roche et le fond correspond à une altitude de 227^{m}; la maçonnerie extérieure s'élève à 15^{m} avec un diamètre de $6^{m},5$. Pour parer aux à-coups, il reste donc un vide de $334^{m},5 - 322^{m},5 = 12^{m}$, soit un volume de

$$12 \times 6,5 = 245^{m^3},$$

car l'altitude maxima des hautes eaux est de $322^{m},5$. Du fond du puits partent deux conduites forcées en acier, parallèles, légèrement évasées à l'origine et pourvues de vannes; leur diamètre intérieur est de $1^{m},5$ et l'épaisseur de la tôle 20^{mm}. Elles sont noyées dans du béton et posées horizontalement sur une longueur de 70^{m}; puis elles descendent en divergeant vers la salle des machines avec une inclinaison de 1 pour 3. Avant de pénétrer dans l'usine, le diamètre de ces tubes est porté à $1^{m},8$, ce qui permet encore d'y loger un papillon qui se manœuvre d'une guérite établie au pignon de la maison. Ces tubes collecteurs s'étendent sur toute la longueur du bâtiment et se terminent par un arrondi reposant sur une surface horizontale constituée par des cornières et des plaques de fer ; ce tampon élastique reporte sur un massif de béton les chocs qui se produisent dans les tubes.

II. Usine génératrice. — Le bâtiment de l'usine génératrice est situé au bord de la Ruhr, à une altitude de $214^{m},5$. Ses dimensions intérieures sont : 30^{m} de longueur et 20^{m} de largeur. La ferme du toit est constituée par des poutres cintrées doubles en fer, reliées par

des treillis en N. Les figures 2 et 3 sont des coupes longitudinale et transversale de l'usine.

Les groupes électrogènes, au nombre de huit, mais dont six seulement sont actuellement en service, sont répartis symétriquement de part et d'autre de l'allée centrale et normalement au mur, la dynamo vers l'intérieur et accouplée directement à sa turbine. Le tableau de distribution occupe le pignon voisin de la colline ; il est desservi par une plate-forme à laquelle on accède par un double escalier. Au-dessous, on a établi des bureaux et des magasins, et, un peu en avant, les groupes d'excitation. Derrière le mur, dans une tour spéciale, on trouve d'abord : la salle des transformateurs sur le même plan que le hall des machines; au premier étage,

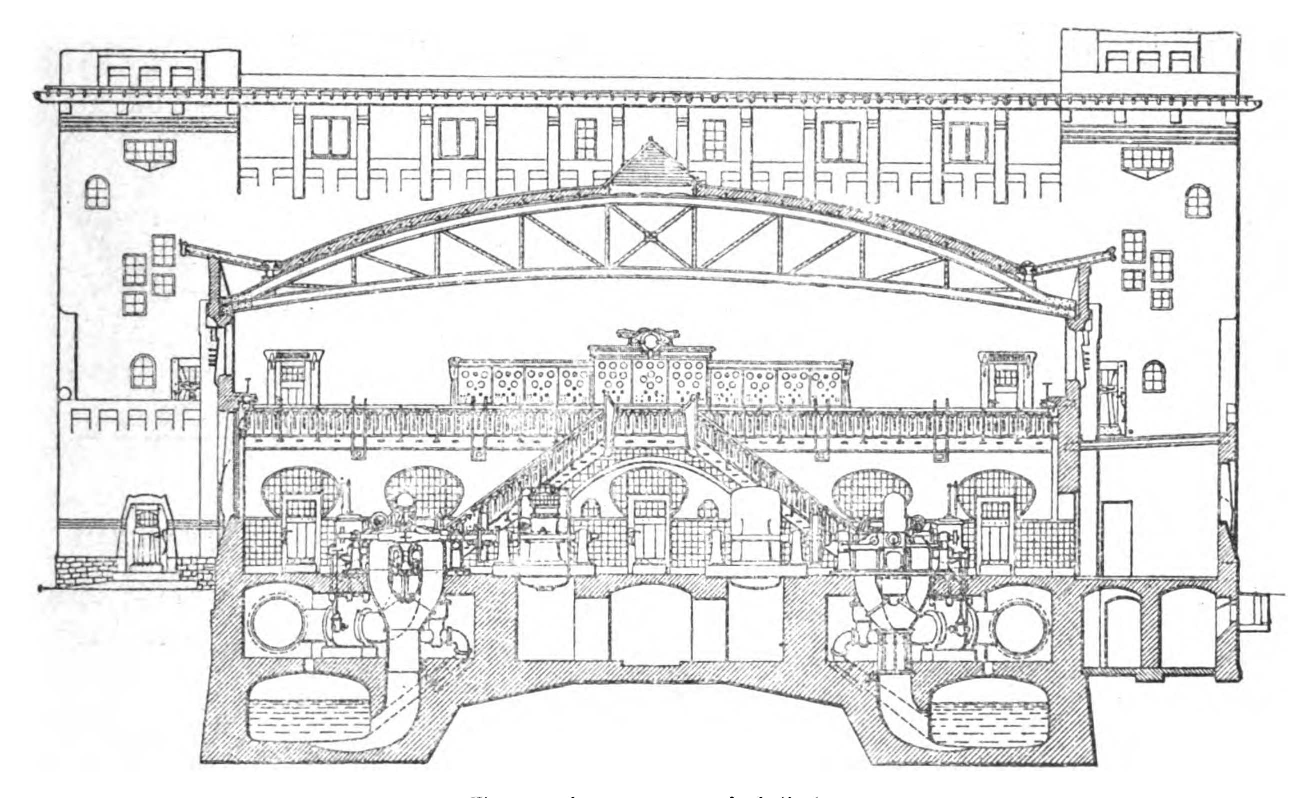


Fig. 2. — Coupe transversale de l'usine.

le tableau à haute tension, et enfin, au deuxième étage, les parafoudres et autres dispositifs de sécurité. On a adopté les turbines Francis à pression, calculées pour une chute de 110^{m}; leur puissance est alors de 2000 chevaux à 500 tours : minute; elle tombe à 1550 chevaux pour une chute de 70^{m}. Dans le cours de l'année 1906, la chute a varié entre 111^{m} et 95^{m}. Le poids d'une turbine est de 15^{t} avec ses accessoires.

Les deux petites turbines qui commandent les excitatrices ont chacune une puissance de 200 chevaux à 900 tours : minute. Les roues des grandes turbines ont 0^{m},95 de diamètre et sont constituées par du bronze au magnésium ; les aubes directrices sont en acier. On les manœuvre à la main ou automatiquement. Les paliers extérieurs sont à cannelures et pourvus de graisseurs à bagues, de même que les paliers intérieurs. Tous les dispositifs de réglage se manœuvrent soit à la main, soit automatiquement par eau sous pression. On peut même les commander du tableau de distribution à l'aide d'un servo-moteur électrique, ce qui facilite beaucoup la mise en parallèle des alternateurs. Un régulateur de surpression complète toutes ces installations. Il consiste en un cylindre relié à la conduite d'alimentation de la turbine et qui est d'ordinaire fermé par un tiroir; celui-ci ouvre automatiquement le cylindre pour laisser écouler l'eau sans qu'elle passe par la turbine, dès qu'il y a danger d'un à-coup par suite de la fermeture subite des aubes directrices. L'eau sous pression utilisée pour les manœuvres de tous les appareils subit une épuration complète avant son emploi.

Les conditions imposées aux turbines sont les suivantes : Pour des variations brusques de charge correspondant à 10, 25 et 30 pour 100 de la charge totale, les variations de vitesse ne doivent pas dépasser 2, 3 et 4 pour 100, et les variations de pression 1,5, 3 et 5 pour 100. La durée de fermeture des mécanismes de réglage, depuis la pleine ouverture jusqu'à l'obturation complète, ne doit pas dépasser 2 secondes. Aux essais effectués sous une chute de 110^{m}, les turbines ont parfaitement satisfait à ce programme. On trouve pour les rendements : 81,7 à 86,3 pour 100, à pleine charge; 77,2 pour 100, aux trois quarts de charge ; et enfin

3....



72 pour 100, à demi-charge. La hauteur des eaux, en 1906, n'a pas permis de reprendre les mêmes essais avec une chute moindre.

Les alternateurs triphasés à 50 périodes sortent des Felten et Guilleaume-Lahmeyer-Werke ; ils sont reliés aux turbines par accouplement élastique Zodel-Voith. L'inducteur volant a douze pôles de section ovale, munis de pièces polaires rectangulaires ; son enroulement est constitué par du cuivre méplat posé de champ ; il reçoit le courant d'excitation par des balais en charbon frottant sur des bagues. Le fil induit du stator, enroulé à la main, est logé dans des encoches à demi fermées et isolé dans des tubes de micanite. Un écran protège les conducteurs contre les chocs. Les deux excitatrices sont des dynamos shunts tétrapolaires, à pôles externes, portant en outre quatre pôles de commutation qui assurent une marche sans étincelles à toutes charges. Nous donnons ci-dessous les dimensions principales de ces deux types de machines :

	Alternateur.	Excitatrice.
Puissance	1600 KVA	135 KW
Tension	5000-5400 volts	225/320 volts
Tours par minute	500	900
Diamètre de l'induit	2850mm	540mm
Largeur de l'induit	800mm	220mm
Alésage de l'induit	1700mm	226mm
Alésage de l'inducteur	»	550mm
Diamètre extérieur du volant inducteur ou de la carcasse inductrice	1700mm	1500mm
Nombre de pôles	12	4
Résistance de l'induit	0,121 ohm	0,0066 ohm
Poids de la partie tournante	7700kg	850kg
Poids de la machine avec l'arbre et la plaque de fondation	33000kg	4900kg

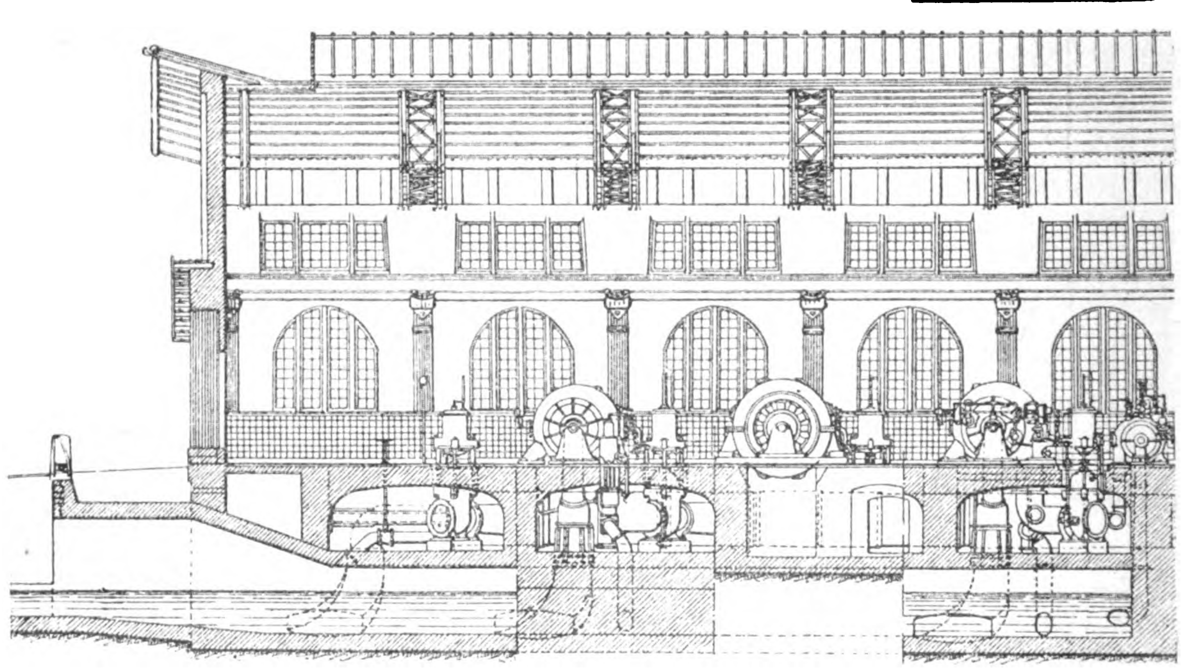
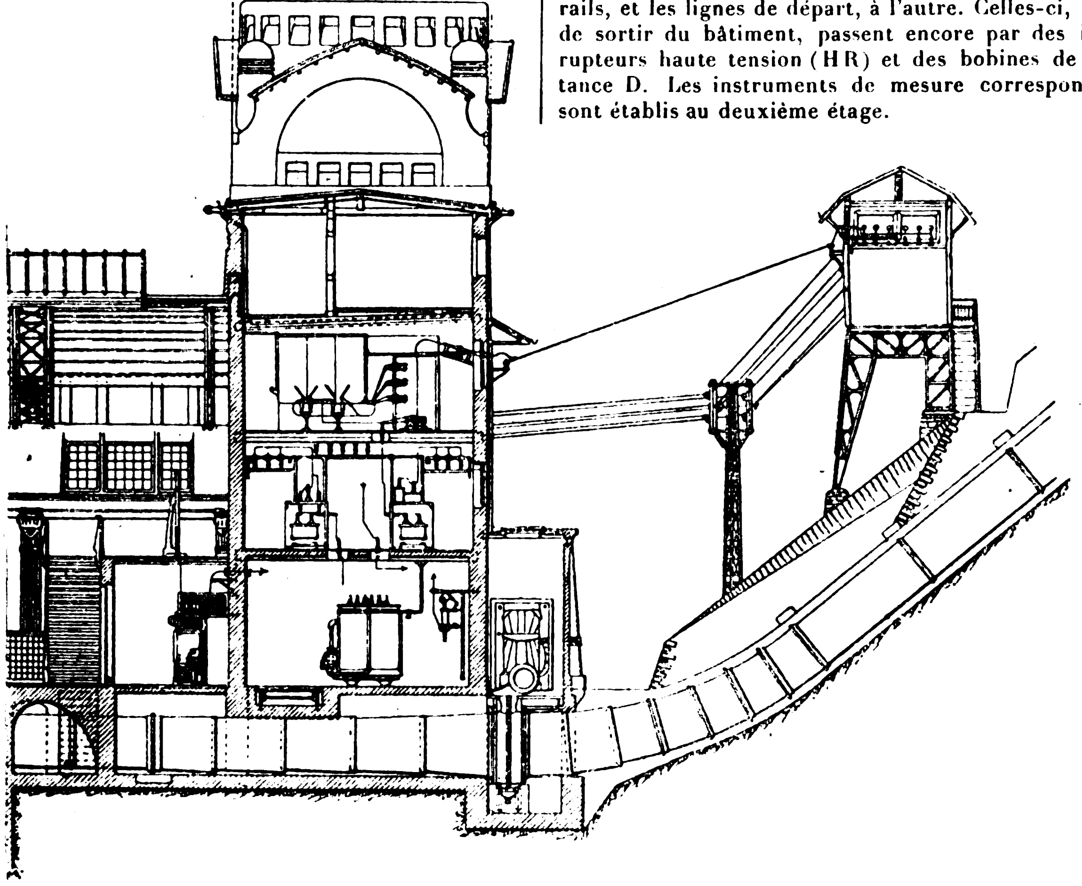


Fig. 3. — Coupe

La tension est réglée par échelons de 50 volts ; le courant d'excitation s'élève à 17 ampères, à pleine charge de 1360 kilowatts, 5400 volts et cos $\varphi = 0,85$. Les constructeurs garantissaient une élévation de tension de 14 pour 100 seulement, en passant brusquement de la pleine charge à la marche à vide, l'excitation et la vitesse restant la même. Or, les variations de vitesse pour des variations brusques de charge de 15 pour 100 atteignent à peine 2,5 pour 100.

III. Tableau de distribution et Transformateurs. — Le tableau de distribution, les transformateurs et tous les appareils de haute tension proviennent des Siemens-Schuckertwerke, de Berlin. Le tableau de distribution, élevé sur une plate-forme à laquelle on accède par un escalier double, est constitué par une charpente en fer avec panneaux en marbre. Il porte tous les appareils à basse tension : instruments de mesures, commutateurs auxiliaires pour la commande des interrupteurs à haute tension, des génératrices et de la ligne, ainsi que les rhéostats de champ des alternateurs et des excitatrices ; les dispositifs de sécurité et les transformateurs de mesures afférents aux alternateurs sont installés sous la plate-forme, sur un petit tableau de même construction que le premier, entre les câbles à 5000 volts venant des génératrices et les conducteurs en cuivre nu allant aux transformateurs individuels, pour le moment au nombre de six seulement. Ceux-ci sont montés chacun sur un châssis mobile qui permet de les déplacer, soit pour y faire des réparations, soit pour les remplacer en cas d'avarie grave ; la réfrigération

est assurée par des canaux où circule un courant d'eau. Leur rapport de transformation est 5000/35000. Grâce au brassage énergique de l'huile par une pompe centrifuge, leur température en marche continue ne dépasse jamais 50° C. Des bornes secondaires à 35000 volts, les conducteurs traversent le plafond et vont se brancher sur les interrupteurs haute tension à huile, légèrement surélevés au-dessus du plancher et installés dans des niches. Il existe ainsi deux rangées d'interrupteurs séparées par un couloir et ressortissant, l'une aux transformateurs, l'autre aux conducteurs de ligne. En marche, cette allée est rigoureusement fermée et inaccessible au personnel de service. On a prévu cependant un dispositif d'isolement en cas de nécessité absolue; il consiste en un double système de barres omnibus de haute tension qui courent le long du mur et qu'il est possible de sectionner au moyen d'interrupteurs dénommés interrupteurs de section (T Sch de la figure 4). Les transformateurs sont connectés à l'un des systèmes de rails, et les lignes de départ, à l'autre. Celles-ci, avant de sortir du bâtiment, passent encore par des interrupteurs haute tension (HR) et des bobines de réactance D. Les instruments de mesure correspondants sont établis au deuxième étage.



longitudinale de l'usine.

A côté on voit deux paires de barres horizontales qui servent de prise de terre commune pour les appareils de sécurité contre les surtensions et les parafoudres à cornes connectés à des bobines de réactance (en haut du schéma), avec intercalation entre les barres et la terre de résistances à eau ou à huile établies dans la salle des transformateurs, tout près du mur. Des limiteurs de tension ou déchargeurs hydrauliques complètent cet ensemble de précautions, en conduisant à la terre les charges statiques accumulées sur la ligne. La figure 4 schématise le plan de cette installation.

La manœuvre des interrupteurs se fait du tableau de distribution par commande électrique à distance. A cet effet, les interrupteurs à huile des machines aussi bien que de la ligne sont constitués par des interrupteurs unipolaires installés sur chaque phase; l'ensemble de trois étant couplé sur une même bielle, suivant le dispositif représenté schématiquement par la figure 5. La bielle est actionnée par un levier coudé solidaire d'un disque, qui est calé sur une transmission générale; celle-ci reçoit enfin son mouvement par l'intermédiaire d'un pignon qui attaque une roue dentée calée aussi sur la transmission. Ce dispositif, simple en principe, se complique de quelques détails dont nous allons expliquer la fonction. Le premier disque à droite (il y en a cinq sur l'arbre principal) porte deux butées qui limitent la rotation du moteur à un demi-tour dans les deux sens. La marche dans les deux sens est



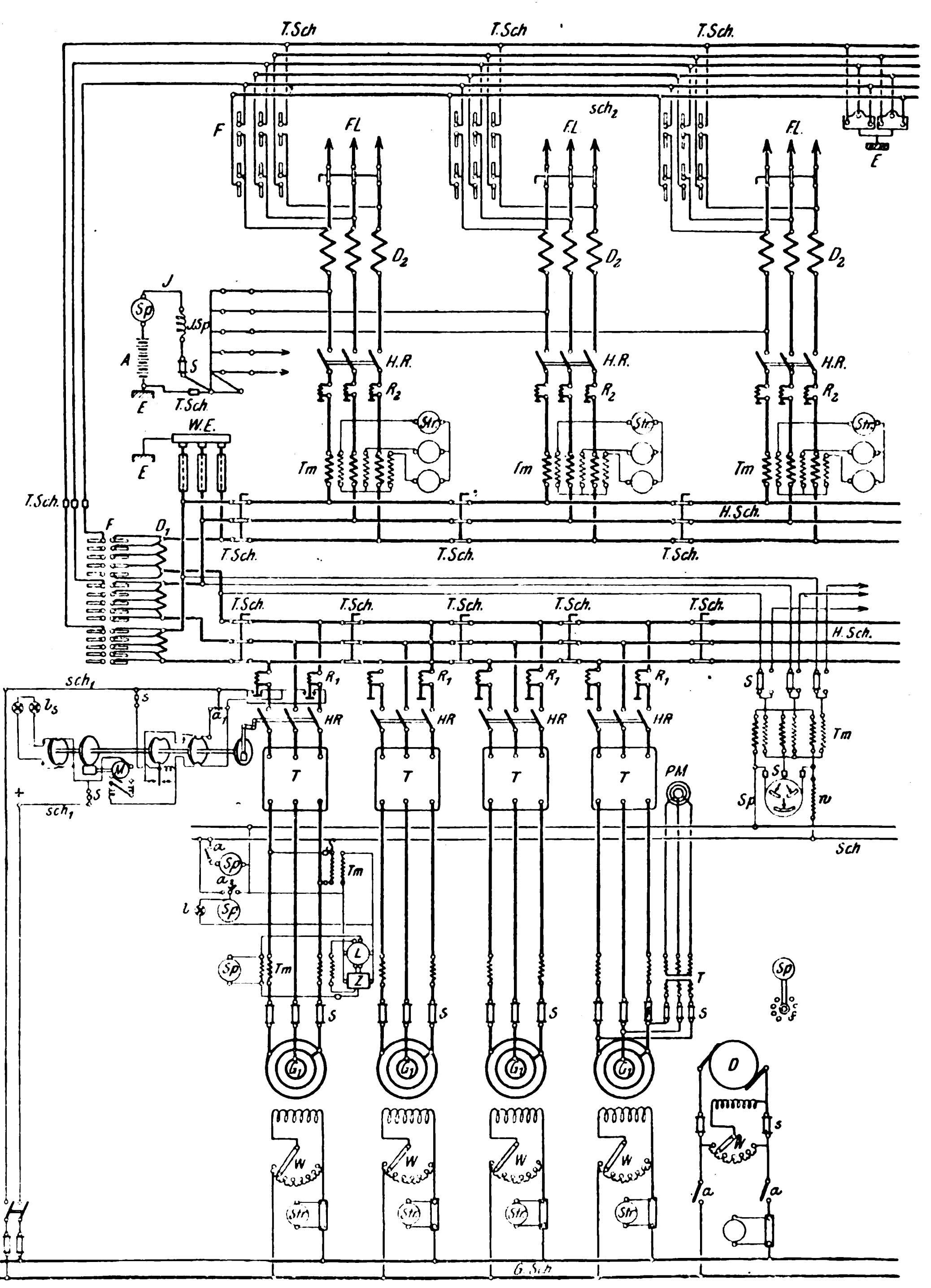


Fig. 4. — Plan général des connexions de l'usine génératrice à 5000-35000 volts de la vallée de la Ruhr.

A	Batterie.	J	Mesure de la résistance d'isolement.	Sch_1	Barres continues pour les servo-moteurs.
a, a_1, a_3	Commutateurs auxiliaires pour basse tension.	J Sp	Bobine d'induction.	Sch_2	Barres de terre pour les parafoudres.
D	Excitatrice.	L	Indicateur de puissance.	S_p	Voltmètres.
D_1, D_2	Bobines de réactance.	l	Lampes de phase.	Str	Ampèremètres.
E	Terre.	l_1	Lampe de signaux.	T	Transformateurs.
F	Parafoudres à cornes.	M	Servo-moteur électrique pour les interrupteurs à haute tension.	Tm	Transformateurs de mesure.
FL	Lignes.	R_1, R_2	Relais à maximum.	T Sch	Interrupteurs de section.
G	Génératrices.	S	Fusibles haute tension.	w	Résistance.
G Sch	Barres omnibus à courant continu.	s	Fusibles basse tension.	WE	Déchargeur hydraulique.
HR	Interrupteurs haute tension, 35 000 volts.	Sch	Barres pour les appareils de synchronisation.	W	Rhéostats de champ.
H Sch	Barres omnibus haute tension.			Z	Compteurs.

assurée grâce aux deux enroulements que portent les inducteurs du moteur série M et qui sont mis en circuit

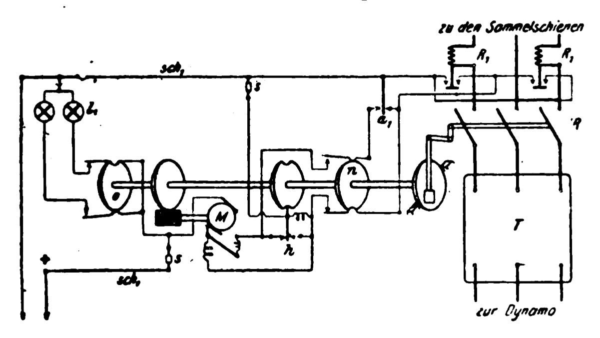


Fig. 5. — Schéma de la commande d'un interrupteur à huile haute tension.

en poussant le commutateur a_1 soit à droite, soit à gauche; mais il faut pouvoir contrôler cette manœuvre,

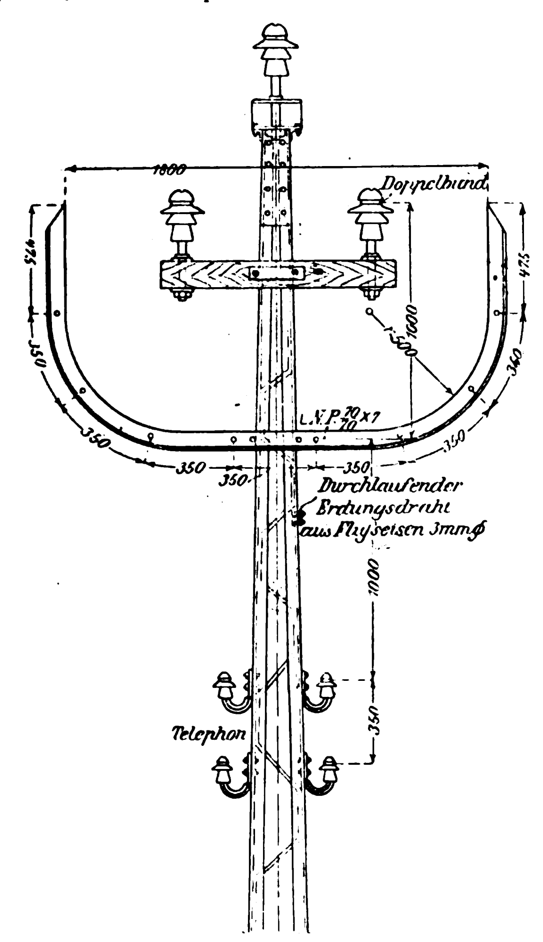


Fig. 7. — Mât en fer pour ligne simple avec console pour fixer le filet protecteur.

c'est-à-dire empêcher la fermeture du circuit et être prévenu de son erreur quand on a pris contact sur le plot de droite au lieu du plot de gauche, par exemple. Pour cela, le deuxième disque n sur lequel appuient deux lames en série avec les contacts a_1 est calé de telle sorte que l'une seulement des deux lames puisse fermer le circuit, et jamais les deux à la fois; la rotation ne peut donc commencer que si le commutateur a_1 a été placé sur le bon contact. Une fois le moteur lancé, on le court-circuite au moyen du commutateur h qui se trouve, au repos, dans l'une ou l'autre des deux échancrures à 180° pratiquées dans le troisième disque et qui se place, suivant le sens du mouvement, sur le plot correspondant à celui en prise avec a_1. Enfin le cinquième disque o allume des lampes dont la couleur dépend du sens de rotation du moteur. Ce dernier peut aussi être commandé à la main ou par les relais à maximum et à temps R_1 installés sur les conducteurs haute tension.

III. Canalisation. — La transmission de l'énergie se fait par quatre lignes triphasées dénommées : ligne Sud, ligne Est, ligne transversale et ligne Ouest. Les conducteurs nus de la ligne Sud sont constitués par des fils de cuivre dur de 4^{mm} de diamètre; tous les autres, par des fils de 8^{mm}. Les lignes Sud et Est, d'une part,

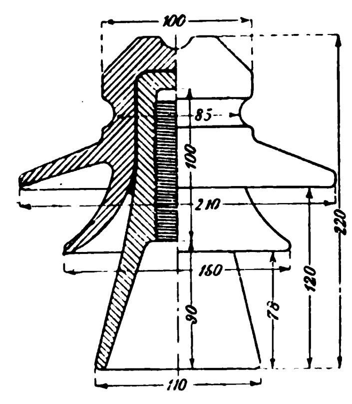
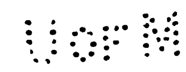


Fig. 8. — Isolateur à haute tension.

les lignes transversale et Ouest, d'autre part, sont montées sur des supports communs jusqu'à une certaine distance de l'usine, puis elles se séparent pour desservir chacune des sous-stations réparties sur toute la région à desservir. La figure 6 donne le plan général de la distribution. Les nombres inscrits auprès des localités indiquent la puissance des sous-stations. Les mâts, formés de fers en U, sont encastrés dans un massif de béton, à l'écartement de 40^m à 45^m; à la base sont soudés de forts fils de cuivre qui traversent le bétonage et s'enfoncent profondément dans le sol; de plus, un fil de fer placé à 1^m au-dessous de la ligne haute tension réunit tous les mâts entre eux. 1^m plus bas encore se trouve le réseau téléphonique privé, constitué par deux ou quatre fils disposés en croix pour assurer l'anti-induction. La figure 7 représente un mât pour ligne simple; la console courbe sert à fixer le filet protecteur dans la traversée des routes. Les isolateurs sont fixés sur une traverse en bois. La ligne à 35000 volts, y compris quelques tronçons à 5000 volts, avait en mai 1907 un



développement de 166^{km}, et la ligne de basse tension, 238^{km}. Sur son parcours, on a ménagé des postes de secours permettant d'isoler chaque conducteur en cas d'avarie; ces postes sont pourvus d'appareils de contrôle qui indiquent au personnel chargé des réparations si la ligne est en fonctionnement.

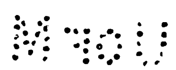
La ligne à haute tension alimente un grand nombre de sous-stations dont la répartition et la puissance sont données sur le plan de la figure 6. La tension y est ramenée à 5000 volts : de là le courant est distribué à des sous-stations locales qui abaissent encore sa tension à des voltages très variables; certains moteurs même fonctionnent directement à 5000 volts.

Les conducteurs reposent sur des isolateurs en porcelaine recouverts d'un émail noir et du type à double cloche. La figure 8 en donne la forme et les dimensions.

Fig. 6. — Plan général du barrage, de l'usine génératrice et du réseau de distribution avec les sous-stations de transformations qui ramènent la tension de 35000 à 5000 volts. Niederschlagsgebiet : bassin de précipitation.

Ces isolateurs proviennent de la Porzellanfabrik Hemsdorf et ont tous été essayés à 100000 volts.

On a constaté des décharges entre les conducteurs et les supports : à 105000 volts, dans l'air sec; entre 61000 et 78000 volts, par temps de pluie. Le parcours de la ligne est très accidenté; elle traverse notamment de grandes étendues de bois. Aussi la première année de service a été troublée par de fréquentes interruptions de





service dues principalement à la foudre, et quelquefois à des branches d'arbre ou des oiseaux. Par des journées de tempête on en a compté jusqu'à vingt; on y a remédié en écartant davantage les cornes des parafoudres. Nous parlerons dans un autre article des expériences entreprises par l'administration pour étudier l'influence de cette ligne à haute tension sur les lignes télégraphiques et téléphoniques.

IV. PARTIE ÉCONOMIQUE. — Les frais de construction du barrage et de l'usine génératrice se sont élevés à 10000000^{fr}, en chiffres ronds; en y ajoutant le prix du réseau, on arrive à la somme de 14000000^{fr}. Le mur et le réservoir seuls reviennent à 5000000^{fr}, soit $0^{fr},11$ le mètre cube d'eau; le prix moyen est d'environ $0^{fr},37$.

L'usine génératrice fournit l'énergie électrique en gros, à raison de 4,7 à 5 centimes le kilowatt-heure aux sous-stations, qui la détaillent ensuite, à des tarifs très variables, au moyen d'un réseau leur appartenant en propre. A 5000 volts le kilowatt-heure oscille entre 8,5 et 30 centimes, suivant l'importance de la consommation; et sur la basse tension, les abonnés pour la force motrice payent jusqu'à $0^{fr},45$ le kilowatt-heure. Pour l'éclairage, on a adopté le tarif uniforme de $0^{fr},50$ le kilowatt-heure pour les 5000 premiers kilowatts-heure, et $0^{fr},30$ au-dessus; ces prix sont réduits de 20 pour 100 quand les lampes sont branchées directement sur le réseau à 5000 volts. B. K.

PILES.

Pile L.-P. Basset (Brevet français 383540 du 31 octobre 1907). — Dans les piles à deux liquides et à cloisonnement poreux, il peut résulter un grave inconvénient de l'action des deux liquides se rencontrant dans les pores du cloisonnement.

S'il s'agit, par exemple, de la pile utilisant comme liquide cathodique une solution de sulfure de sodium et comme liquide anodique de l'acide nitrique, il se produit deux réactions. La réaction électrolytique transforme le sulfure de sodium d'abord en polysulfure, puis, si l'on poursuit la réaction, en soude et précipité de soufre. Au pôle positif, l'acide nitrique se transforme en vapeurs nitreuses. Ces actions donnent lieu à une production d'énergie électrique.

En outre, une réaction secondaire s'effectue en pure perte dans la cloison poreuse. A la surface de séparation des deux liquides, il se dépose du soufre dans les pores de la cloison, ce qui a pour inconvénient d'augmenter considérablement la résistance intérieure.

On peut éviter cet inconvénient, en ajoutant de l'acide hypochloreux à l'acide nitrique. Dans ces conditions, le soufre formé dans la cloison poreuse se dissout d'un côté dans le sulfure de sodium et, de l'autre côté, se transforme en acide sulfurique par l'acide hypochloreux. Mais ce dernier ne tarde pas être entièrement transformé en acide chlorhydrique et le dépôt de soufre n'est que retardé.

Un autre moyen consiste à maintenir la solution de sulfure de sodium à un niveau plus élevé que l'acide nitrique. Dans ce cas, le sulfure de sodium traversant entièrement la cloison poreuse emportera avec lui, en le dissolvant, le soufre déposé. Ce procédé a l'inconvénient de consommer inutilement du sulfure de sodium, de déposer du soufre dans le compartiment anodique et de transformer l'acide nitrique en nitrate de soude presque inactif.

Un moyen préférable consiste à faire passer, entre deux cloisons poreuses qui séparent les électrodes, un liquide neutre qui circule lentement et élimine ainsi les éléments actifs qui passent à la longue au travers des cloisons poreuses. Comme solution neutre et conductrice, on peut prendre celle de chlorure de sodium ou de potassium, de sulfate de soude, de soude caustique, etc.

Les dispositions générales de l'appareil sont les mêmes que celles indiquées dans le brevet Basset 370170 [1],

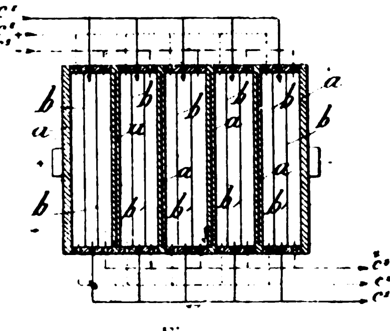


Fig. 1.

mais il y a ici trois circulations distinctes. La figure 1 représente une coupe horizontale schématique d'un appareil composé de cinq éléments en série, avec électrodes bipolaires. Entre les charbons *a* qui constituent les électrodes bipolaires, sont disposées deux cloisons poreuses *b*. Les trois circulations sont représentées en C^1, C^2 et C^3, la première étant relative au liquide neutre, la seconde à l'acide nitrique et la troisième au sulfure de sodium. Ces trois circulations peuvent être assurées au moyen de trois collecteurs extérieurs. Les collecteurs peuvent aussi être formés par des rainures taillées dans la matière des parois supérieure et inférieure de l'appareil. T. P.

[1] *La Revue électrique*, t. VIII, 15 août 1907, p. 65.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX.

L'exploitation commerciale des réseaux de distribution de force motrice. — L'établissement de puissantes usines centrales, pour la distribution de force motrice et lumière électrique dans les grands centres industriels, n'a pas été sans y créer une certaine émotion. Les propriétaires des grands établissements d'industries textiles et autres, les constructeurs de moteurs à vapeur et de chaudières, les ingénieurs-conseils, tous se sont vivement préoccupés à divers titres des problèmes que la réalisation de ces stations centrales faisait naître. Les partisans du transport d'énergie motrice, dans un élan d'enthousiasme, ne parlaient de rien moins que de la disparition très prochaine de toutes les machines à vapeur avec leurs chaudières et leurs cheminées; des adversaires farouches prédirent l'effondrement quasi-immédiat des sociétés exploitantes des centrales.

La réalité des choses commence maintenant à ramener les opinions à leur juste milieu. Il subsiste cependant encore toujours bien des appréciations erronées, et nous avons la conviction que les principes qui président au recrutement des abonnés pour la force motrice ne sont pas toujours ceux qui donneront les meilleurs résultats financiers aux exploitants de réseaux. Bien au contraire nous craignons que les procédés employés puissent souvent amener des pertes sérieuses et même dangereuses pour ces exploitants.

Le plus grand ennemi de toute nouvelle entreprise industrielle est sans doute l'excès d'optimisme. On est trop porté à s'exagérer les inconvénients d'anciens procédés et les avantages des systèmes plus récents. Ces jugements partiaux sont des plus dangereux pour la réussite d'une entreprise; ils peuvent conduire tout droit à la ruine.

Il importe de bien étudier les anciens procédés et leurs prix de revient, d'éviter l'aveugle foi dans des chiffres obtenus dans des cas exceptionnellement défavorables afin de ne pas diriger ses efforts sur une mauvaise piste et de les proportionner aux résultats réalisables.

I. Certains entrepreneurs d'usines centrales ont escompté la supplantation de la machine à vapeur dans les grandes usines textiles, telles que filatures, tissages, etc. Il s'agit là de puissances de 500, 1000, 1500, voire même 2000 chevaux.

On a agité la question de vendre la force motrice à ces usines à forfait, en prenant comme unité le cheval-an. Partant de la supposition que ces usines travaillent 3000 heures par an, on se proposait de vendre le courant à raison de 100^{fr} par cheval-an pour les très grosses puissances (1000 chevaux et plus) et par exemple 150^{fr} pour les puissances moyennes (200 à 500 chevaux). Les entrepreneurs des usines centrales avaient la conviction que c'étaient là les prix de revient minima de la force motrice par la vapeur, et ils ont dirigé tous leurs efforts dans cette voie.

Quelques industriels se sont même laissé séduire par cet exemple. C'étaient ceux qui, pour une raison quelconque, ne pouvaient vérifier, même approximativement, le prix de revient réel de leur force motrice, ou dont l'installation comportait des défauts graves. Leur nombre ne fut cependant pas grand. La plupart des propriétaires d'usines importantes ont pu consulter leur comptabilité et établir avec assez d'exactitude le prix de revient de leur force motrice, y compris tous les frais accessoires et l'amortissement du matériel lorsqu'il était encore assez récent. Dans certaines régions industrielles du Nord on a trouvé des chiffres variant entre 52^{fr} et 100^{fr} par cheval-an. Le premier chiffre paraît très bas; il faut supposer qu'il s'agit là d'une installation déjà entièrement amortie. Mais ce cas est néanmoins à retenir, car il n'est pas unique, et toutes les installations arrivent à un moment donné à la fin de leur amortissement et continuent alors à fonctionner dans des conditions financières très avantageuses.

Ce qui a induit beaucoup d'ingénieurs en erreur ce sont des *expressions* courantes très répandues et cependant fort erronées. On dit : les chiffres d'essais sont *théoriques* (?) et ne sont pas conformes à la pratique. On dit encore : *il ne faut pas oublier les faux frais qui sont plus élevés qu'on ne croit;* ou bien encore : *les consommations augmentent beaucoup lorsque le matériel vieillit.*

Or toutes ces *sentences* sont autant d'erreurs. Lorsqu'un essai est fait dans des conditions *normales* comme nous en avons vu faire un grand nombre, ils donnent des chiffres parfaitement *applicables* en pratique. Nous avons assisté à des essais faits en marche courante de l'usine avec sa charge variable normale; la machine et les générateurs étaient conduits par le personnel habituel de l'usine. Le combustible était celui employé tous les jours, il n'y avait *aucune* différence entre la marche à l'essai et celle des autres jours. Dans ces conditions nous ne voyons pas pourquoi des chiffres ainsi trouvés seraient *théoriques* et ne seraient pas parfaitement conformes avec les consommations de la pratique journalière. Il y a aussi la comptabilité qui permet de connaître la consommation totale en marche pratique. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

On est amené à se demander comment il est possible que des évaluations aussi éloignées les unes des autres aient pu être acceptées par certains industriels. Les raisons en sont multiples. Parmi les principales, on peut citer le fait que beaucoup d'usines sont encore mal montées au point de vue de la force motrice : timbre des générateurs trop bas; moteurs monocylindriques,

très anciens et mal entretenus; fuites de vapeur, fourneaux défectueux avec mauvais tirage et entrées d'air, etc. En second lieu dans beaucoup d'usines une forte quantité de vapeur est employée pour des chauffages de toute sorte sans qu'on en connaisse la proportion exacte. Finalement il existe, malheureusement, encore trop d'industriels qui ne se rendent jamais compte de la marche de leurs moteurs, qui ne font jamais relever des diagrammes et qui marchent absolument dans l'inconnu. Ils oublient que pour les chauffages un tuyau d'un faible diamètre peut débiter des volumes considérables de vapeur.

Ainsi il arrive qu'un moteur de 400 chevaux, par exemple, est surchargé à l'insu de l'industriel jusqu'à 600 chevaux et qu'un petit tuyau de 60^{mm} débite jusqu'à 2000^{kg} de vapeur à l'heure. Dans ces conditions la consommation de vapeur totale peut dépasser 7000^{kg} à l'heure. Si l'industriel en question divise la consommation de charbon correspondante par 400 (croyant ne faire que 400 chevaux) il trouvera une consommation 2 fois ou 2 fois et demie plus forte que la consommation *normale* réelle.

De cette façon, la défectuosité de l'installation et l'ignorance des conditions de marche combinées peuvent créer des évaluations absolument erronées et cela à un point qu'on ne croirait guère possible.

II. Nous examinerons maintenant quel est le prix de revient de la force motrice produite par une installation moderne de puissance moyenne avec un type de générateur très répandu à pression modérée; bref, une installation d'un type tout à fait courant.

Cette installation se compose d'un moteur compound à condensation, distribution par pistons-valves d'une puissance normale d'environ 650 chevaux et de trois générateurs semi-tubulaires de 160^{m^2} de surface de chauffe chacun, timbrés à 8 kg : cm², munis en outre de bouilleurs réchauffeurs. Il y a aussi un surchauffeur à foyer indépendant de 60^{m^2}. Elle commande une retorderie de coton. Les essais ont été faits en marche courante par l'Association régionale de Propriétaires d'appareils à vapeur. Pendant les essais deux générateurs ont seuls fait le service du moteur, le troisième étant isolé soigneusement par des joints pleins et servant aux services de chauffage, etc. Les prix de revient sont donnés en centimes par cheval-heure en prenant le prix du charbon *rendu dans la cour de l'usine*.

Les voici :

Premier jour.

Marche en surchauffe à 310°.
Puissance moyenne développée 643 chevaux.

Consommation de vapeur par cheval-heure.	$4^{kg},738$
» de charbon » .	693^{g}
Prix de revient du cheval-heure...........	$0^{fr},0135$

Deuxième jour.

Marche avec vapeur saturée.
Puissance moyenne développée 625 chevaux.

Consommation de vapeur par cheval-heure.	$6^{kg},116$
» de charbon » .	763^{g}
Prix de revient du cheval-heure...........	$0^{fr},0149$

Ces consommations et ces prix de revient comprennent la couverture de nuit et l'allumage du matin, c'est-à-dire la consommation totale de 24 heures.

En comptant l'année à 3000 heures de marche réelle, on trouve que le prix de revient du cheval-an pour ce qui concerne la consommation de charbon seule, est de $40^{fr},50$ avec vapeur surchauffée et de $44^{fr},70$ avec vapeur saturée. Nous nous baserons sur ce dernier chiffre en l'arrondissant à 45^{fr}. De cette façon nous sommes sûrs de nous baser sur une bonne moyenne. En effet, nous avons assisté à de nombreux autres essais sur des moteurs de même type et de puissance voisine de 600 à 800 chevaux, où la consommation de vapeur saturée était très inférieure à 6^{kg} par cheval-heure et, dans un cas, restait en dessous de $5^{kg},500$. En acceptant les chiffres ci-dessus nous n'avons donc pas fait la part trop belle à l'installation à vapeur. Des installations de ce type se trouvent aujourd'hui par centaines dans les grands centres industriels.

Il y a lieu d'ajouter à cette dépense de charbon plusieurs autres, notamment le graissage, les salaires du personnel, les réparations et, finalement, l'amortissement du capital engagé ainsi que les intérêts.

	fr
La consommation d'huile pour un moteur de 650 chevaux atteint *au grand maximum* 1fr par heure, soit par an................	3000
L'installation en question est conduite par un conducteur et un chauffeur ayant un salaire de 150fr par mois chacun, soit ensemble..	3600
Les réparations dans les premières années ont été sensiblement nulles; nous les estimons cependant à...........................	2000
Et nous ajouterons pour faux frais de toute sorte................................	1000
Soit pour l'entretien et les salaires.........	9600

Pour avoir l'amortissement, évaluons le prix de l'installation.

	fr
Un moteur de 650 chevaux coûte en moyenne, pour ce type monté sur place............	60 000
Les trois générateurs de 160m² avec bouilleurs, réchauffeurs et accessoires.	45 000
Tuyauterie en acier, réfrigérant............	6 000
Fondations, bâtiments, fourneaux des chaudières................................	30 000
Total de l'installation................	141 000

	fr
Ce chiffre est plutôt poussé. Nous accepterons également le mode de calcul d'amortissement et intérêt admis par la plupart des industriels du Nord, soit 5 pour 100 d'intérêt et 10 pour 100 d'amortissement; ce qui nous donne 15 pour 100, sur 141000fr, soit.....	21 150
En y ajoutant les frais d'entretien..........	9 600
Nous trouvons un total de frais *fixes* de.	30 750

	fr
Ces frais se répartissent sur 650 chevaux soit par cheval et par an $\frac{30\,750}{650}$....................	47
La dépense de charbon est de................	45
De sorte que le prix de revient total est de..	92



Il y a lieu de noter que cette installation comporte un générateur de secours sur trois, ce qui augmente notablement les frais de premier établissement.

Après 10 ans de marche ce prix de revient tombe à 61^{fr} par cheval-an.

Si l'on répète ce calcul pour des moteurs de 200 à 1000 chevaux on voit varier le chiffre du prix de revient de 120^{fr} à 75^{fr}. Le prix du cheval-heure de l'installation qui nous a servi de base sera donc de

$$\frac{92}{3000} = 0^{fr},0306$$

et d'une façon générale le prix du cheval-heure varie entre 4 centimes et $2\frac{1}{2}$ centimes, suivant l'importance de l'installation. On voit aussi qu'aucun industriel n'a intérêt à prendre le courant électrique à forfait, même pour 100^{fr} par cheval-an, pour peu qu'il ait besoin d'une puissance supérieure à 500 chevaux. Mieux vaut pour lui remonter une installation moderne entièrement neuve.

III. Combien de watts faut-il pour remplacer le *cheval indiqué?*

Ce chiffre est variable suivant la façon dont se fait l'attaque des machines de l'usine. Si chaque outil ou chaque métier est commandé directement par un moteur séparé, on gagne la résistance passive des transmissions; mais il ne faut pas oublier, d'autre part, que le rendement d'un grand nombre de petits moteurs n'est pas aussi élevé que celui d'un moteur unique ou d'un nombre restreint de moteurs puissants.

Dans les filatures on monte généralement les réceptrices sur les « têtes » de transmission, c'est-à-dire que, si une filature comprend par exemple cinq lignes de transmission attaquées directement par le volant à câbles d'un moteur à vapeur de 650 chevaux, on monte cinq réceptrices, soit une de 130 chevaux sur chaque ligne.

Il s'agit donc, dans ce cas, de déterminer d'abord le rendement en puissance effective sur les arbres de transmission correspondant à un cheval indiqué. Lorsqu'un moteur à vapeur travaille à sa charge normale, son rendement mécanique est le plus souvent voisin de 90 pour 100 (généralement 91 à 92 pour 100). La perte due aux câbles est généralement égale à 5 pour 100, ce qui donne un rendement total de 85 pour 100. Il faut donc que les moteurs électriques développent 0,85 chevaux effectifs pour chaque cheval indiqué du moteur à vapeur. Si nous acceptons comme rendement moyen de la réceptrice 90 pour 100, nous trouvons que le cheval indiqué correspond à $\frac{736 \times 0,85}{0,9} = 695$ watts, soit en chiffre rond 700 watts.

Pour arriver à égalité de prix avec la force motrice par la vapeur, il faudrait donc fournir le courant à un prix variant entre $\frac{4}{0,7} = 5,7$ cent. et $\frac{2,5}{0,7} = 3,6$ cent. le kilowatt-heure, suivant qu'il s'agit d'une puissance voisine de 200 ou de 1000 chevaux.

IV. Nous ne croyons qu'aucune station centrale produisant elle-même le courant par des moteurs à vapeur, turbines ou autres, puisse fournir du courant à un prix aussi bas, tout en y trouvant un bénéfice.

Pour fournir un kilowatt-heure chez l'abonné, il faut compter 1100 watts-heure aux bornes des générateurs. Avec des turbo-moteurs marchant à haute pression et à surchauffe, on produit le kilowatt-heure avec en moyenne 7^{kg} de vapeur, soit 1100 watts-heure avec $7^{kg},7$. En employant du charbon industriel ordinaire, on produira *au maximum* $7^{kg},5$ de vapeur surchauffée à 310°, d'où une consommation de 1025^{g} de charbon par kilowatt. Au prix de 20^{fr} la tonne rendue à l'usine, cela fait 2,05 centimes. Il ne resterait donc pour des unités de 1000 chevaux que 1,55 centimes par kilowatt-heure pour l'amortissement, la main-d'œuvre, l'entretien, les frais généraux et le bénéfice.

Les directeurs des usines centrales ont en mains tous les éléments pour savoir combien ce chiffre est insuffisant pour faire face à tous ces frais.

Dans ces conditions, il est certain qu'il vaut mieux renoncer au remplacement du moteur à vapeur dans les grandes industries, sauf pour des cas spéciaux tels que suppléments de force motrice lorsqu'un moteur à vapeur est devenu insuffisant et lorsque la place manque pour ajouter des chaudières à une batterie existante.

Mais ce sont là des exceptions et, comme règle générale, nous croyons que la station centrale qui dirige la plus forte partie de la propagande vers la grosse industrie s'engage dans une voie où elle ne trouvera que des déboires, des procès, des résiliations de contrats et des pertes.

V. Heureusement il reste un vaste champ d'exploitation tout aussi intéressant à l'initiative des entreprises de transport de force. C'est la moyenne et la petite industrie. Les petits moteurs à vapeur jusqu'à 20 ou 30 chevaux et les moteurs à gaz de ville qui s'emploient couramment jusqu'à 15 ou 20 chevaux fournissent la force motrice à des prix bien plus élevés que les gros moteurs à vapeur et, là, le transport de force motrice électrique peut lutter avantageusement tant pour l'industriel abonné que pour la Société électrique.

Le nombre d'industriels employant une force motrice de moyenne importance est tellement considérable que sa totalité de puissance est très près de dépasser celle des grandes industries.

Donc, au lieu d'avoir un nombre restreint de gros abonnés, on pourra avoir un très grand nombre d'abonnés petits et moyens, mais payant des prix rémunérateurs. Ils répondent en outre à la principale exigence d'une exploitation économique, c'est-à-dire *une marche continue de* 10 *heures par jour*. C'est le point principal qu'on perd trop souvent partiellement de vue. Beaucoup d'usines centrales ont un tarif comportant des réductions suivant la consommation totale annuelle ou mensuelle de l'abonné. Ce système repose sur une base absolument fausse. L'abonné qui consomme 1 kilowatt pendant 10 heures par jour est plus avantageux pour l'usine centrale que celui qui consomme 10 kilowatts pendant 2 heures. Cependant, la consommation totale de ce dernier est le double de celle du premier.

Un système bien plus logique consisterait en l'emploi d'enregistreurs *horaires* du courant et en appliquant un tarif gradué, réduit pour les heures de 6h du matin à 6h du soir, diminuant en sens inverse du nombre d'heures de marche, et un autre également gradué pour les heures de nuit.

De cette façon, on obtiendrait une juste répartition du prix d'abonnement et la charge tendrait automatiquement à s'égaliser. Certains gros consommateurs de courte durée trouveraient, avec un tel tarif, peut-être *un avantage* en l'emploi d'accumulateurs, chargés pendant toute la journée pour se décharger pendant quelques courtes heures d'éclairage. Ce serait une question à étudier de plus près.

VI. Revenant sur la question des forces motrices de moyenne importance, nous sommes étonnés de voir que les moteurs électriques sont encore relativement peu répandus et que beaucoup d'industriels, dans les régions où le courant est disponible, montent encore des moteurs à gaz, à pétrole et à vapeur.

La raison en est la suivante. Les stations centrales ayant obtenu quelques abonnés parmi les gros industriels à des tarifs ruineux pour elles veulent se rattraper sur le tarif des petits abonnés.

Mais les petits industriels ont encore plus de facilité pour calculer leurs prix de revient de force motrice que les grands, surtout lorsqu'il s'agit de moteurs à gaz de ville où les frais accessoires sont minimes. Et là aussi les prix de revient ne sont pas aussi élevés que ne le croient généralement beaucoup d'ingénieurs électriciens.

Ainsi que nous l'avons fait pour une puissance importante, nous allons voir approximativement à combien s'élèvent les prix de revient d'une machine à vapeur demi-fixe et d'un moteur à gaz de ville. Le moteur à pétrole revient à un prix sensiblement voisin de celui du moteur à gaz de ville, et le moteur à gaz pauvre s'approche de la machine à vapeur demi-fixe.

	fr
Une demi-fixe de 30 chevaux par exemple coûte, toute installée, environ 12000fr, ce qui correspond à une annuité d'amortissement et intérêt de	1800
Salaire du chauffeur	1800
Graissage, réparations et entretien	1500
	5100

Cela fait, pour 3000 heures et 30 chevaux, le cheval-heure à $\frac{5100}{3000 \times 30} = 0^{fr},056$. La consommation d'un moteur perfectionné de ce type sans condensation est en moyenne de $1^{kg},500$ de charbon par cheval-heure, ce qui, au prix de 20^{fr} la tonne, met le cheval-heure à $0^{fr},03$. En y ajoutant les $0^{fr},056$ nous trouvons un total de **$0^{fr},086$** par cheval-heure. Cela revient à $\frac{0,086}{0,7} =$ **$0^{fr},123$** par kilowatt. Après amortissement, ce chiffre tombe à **9** centimes environ.

	fr
Un moteur à gaz de 10 chevaux coûte tout installé.	4000
ce qui demande, pour intérêts et amortissement, par an	600
Graissage et frais divers par an	400
Total des frais fixes par an	1000
Cela met le cheval-heure à $\frac{1000}{30000}$	0,033
La consommation de gaz descend à 500^{l}, ce qui, à $0^{fr},15$ par mètre cube, met le cheval-heure à	0,075
Soit au total	0,108

Le kilowatt-heure doit donc être fourni au maximum à $\frac{0,108}{0,7} =$ **$0^{fr},15$**. Après amortissement ce chiffre descend à **$0^{fr},12$** par kilowatt-heure.

Dans ces deux exemples nous avons supposé que les moteurs marchent toute l'année à pleine charge. Ceci est rarement le cas et le prix de revient en pratique en est légèrement augmenté, surtout pendant la période d'amortissement. Cette augmentation peut atteindre même 40 pour 100. Cependant il ne faut pas s'exagérer la valeur de cet argument; *souvent* aussi la *charge moyenne* est assez voisine de la pleine charge, et dans ce cas les chiffres marqués ci-dessus sont sensiblement applicables.

Il est vrai aussi que la force motrice électrique est plus *agréable* que celle par la vapeur ou le gaz parce qu'elle ne demande aucune surveillance, qu'elle est très souple et que les réceptrices tiennent si peu de place. Mais un industriel regarde avant tout son intérêt pécunier; celui-ci prime son agrément.

Par contre, à *égalité* de prix, on préférera certainement la force motrice électrique. Donc, au tarif de 9 à 12 centimes par kilowatt-heure, on aura des abonnés qui trouvent un avantage *réel* dans l'emploi du courant, surtout lorsque leur charge moyenne s'éloigne un peu du maximum. On ne risque donc pas de les perdre à la première occasion et l'on marche sur un terrain sûr.

La vente du kilowatt-heure au prix de 9 à 12 centimes pour un *service soutenu de jour* doit être rémunérateur lorsque le nombre d'abonnés est grand et lorsque l'usine centrale est bien organisée. Le nombre d'industries de puissance moyenne est tellement important, qu'il justifie l'établissement des *grandes* stations centrales telles qu'on en a déjà créées.

VII. Conclusion. — Pour le grand bien de l'industrie du transport de force motrice par l'électricité, nous croyons qu'il y a tout intérêt *d'abandonner la lutte chimérique contre la grosse machine à vapeur*. Par contre, il faut essayer d'obtenir comme abonnés *la presque totalité des industries de puissances petite et moyenne* en offrant *des tarifs très réduits, mais encore rémunérateurs pour la consommation soutenue de jour*. Il faut même étudier la création de sous-stations avec accumulateurs pour répartir la grande charge, au moment de l'éclairage des bureaux et magasins, sur la journée.

O.-H. Wildt.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE (1).

Le Palais de l'Énergie. — Le Palais de l'Énergie (1) contient tout ce qui est relatif aux grandes industries électriques : dynamos, transformateurs, gros appareillage, câbles et conducteurs, moteurs, grandes entreprises de transport de force et l'électrochimie. Nous allons décrire les objets exposés en les groupant, autant que possible, par catégories, plutôt que d'après leur place dans le Palais; le visiteur n'aura aucune peine à trouver les stands des divers exposants.



Vue des Cascades lumineuses du Palais de l'Énergie.

Les **câbles et conducteurs** occupent une place que justifie leur importance dans l'industrie électrique. Parmi les fabricants de câbles, il faut citer les maisons suivantes :

Société industrielle des Téléphones, Geoffroy et Delore, Berthoud-Borel et Cie, La Canalisation électrique, Société française A. E. G., Société alsacienne de Constructions mécaniques. Toutes exposent des échantillons de leurs différents modèles de câbles. Il serait sans intérêt de donner ici la nomenclature des échantillons exposés; il vaut mieux essayer d'indiquer quelles conclusions on peut tirer de leur examen.

L'isolement au papier imprégné semble devenir la règle pour les hautes tensions, tandis que le jute est réservé pour les basses et moyennes tensions, et que le caoutchouc tend à disparaître. Pour les hautes tensions, on attache de moins en moins d'importance à la résistance d'isolement; un isolement très élevé est souvent un indice de fragilité de l'isolant.

L'emploi des câbles concentriques tend à disparaître. On trouve surtout les câbles à deux, trois et quatre conducteurs. Certains constructeurs pensent qu'on arrivera peut-être à employer, pour les hautes tensions, des câbles à conducteur unique (trois câbles pour le triphasé, par exemple); on arriverait ainsi à des canalisations pouvant supporter des tensions extrêmement élevées, avec un coefficient de sécurité très grand et une diminution des effets de capacité. Il est malheureusement à craindre que le prix soit très élevé.

(1) *Voir*, dans le numéro du 15 juillet, l'article général de M. Fabry, sur cette Exposition.

Les maisons dont on a indiqué plus haut les noms n'exposent pas seulement des câbles; on va passer en revue l'ensemble de leurs expositions.

La Société industrielle des Téléphones expose, à côté de ses divers échantillons de câbles, deux autres catégories d'appareils, dont elle s'est fait une spécialité : appareillage et installations téléphoniques.

Dans la première catégorie, nous citerons un très important interrupteur disjoncteur à huile, triphasé, d'une puissance de 300 kilowatts. Cet appareil à maxima peut se manœuvrer à distance. Ce type d'appareil tend à se généraliser dans les centrales d'électricité, afin de réunir le plus grand nombre d'appareils sous la main du chef d'usine chargé des manœuvres de couplage. Ce procédé a, du reste, pour lui la sécurité de l'opérateur qui ne se trouve jamais en contact qu'avec un courant secondaire à faible voltage.

La Société industrielle des Téléphones a, dans cet ordre d'idée, monté les tableaux de commande des machines électriques qui fonctionnent dans le Palais de l'Énergie pour les services généraux de l'Exposition.

Dans la téléphonie, nous citerons les nouveaux postes Cardeau du système dit au synchronisme, qui peuvent communiquer entre eux automatiquement.

La Société des Téléphones expose, en outre, une section de multiple à batterie centrale. Une section semblable, desservie par une seule personne, peut commander 9000 abonnés et enregistre automatiquement le nombre des conversations taxées de chaque abonné sur un petit compteur. Nous aurons montré l'importance de l'appareil complet quand nous aurons dit que sa longueur totale est de 17^{m} environ, quand toutes ses sections sont réunies. L'appel de conversation, ainsi que la fin, est annoncé à la personne de service par l'allumage d'une petite lampe électrique spéciale pour chaque abonné. La transmission des communications se fait donc silencieusement.

La Société des Cables électriques Berthoud-Borel et Cie attire ensuite notre attention par ses écriteaux sensationnels : « 100000 volts alternatifs », « 300000 volts continus », installés sur deux bobines de câbles armés.

Cette Société, qui présente aussi ses séries de câbles pour haute et basse tension, a tenu à prouver au public l'excellence de ses produits en essayant devant tous ses bobines de câbles à des tensions très élevées, comme nous venons de le dire.

Cet essai, plein d'actualité, est d'un caractère très intéressant. Comment obtenir, en effet, pratiquement pour des essais des tensions de 300000 volts en courant continu. Cette Société y arrive par l'intermédiaire d'un appareil qu'elle appelle *contact tournant* et imaginé par un de ses ingénieurs, M. Delon.

Le courant à 190 volts 50 périodes du secteur de la Ville, est transformé par un transformateur de 65 kilowats, élévateur de tension à 125000 volts. L'un des pôles de la haute tension est mis en communication avec la terre. Le câble à essayer à deux conducteurs (¹) a son armature au sol; grâce à un contact tournant, mû par un moteur synchrone, chacun des conducteurs du câble est successivement mis en communication avec l'autre borne du transformateur, et cela de telle manière que la connection soit établie avec l'un des conducteurs au moment où a lieu l'un des maxima de tension, et avec l'autre une demi-période plus tard, c'est-à-dire lors du maximum en sens inverse. Il est clair que la différence du potentiel entre chaque conducteur et l'armature est alors 125000 $\sqrt{2}$, et le double de cette valeur entre les deux conducteurs, soit un peu plus de 300000 volts. En parallèle avec le condensateur constitué par le câble, est placée une distance explosive réglable. On obtient ainsi des étincelles d'une trentaine de centimètres qui produisent le bruit d'un coup de foudre.

Nous retrouverons plus loin les autres fabricants de câbles pour lesquels cette fabrication n'est pas la partie plus importante. Il faut citer tout de suite, dans un ordre d'idées voisin, les Tréfileries et Laminoirs du Havre, qui exposent des fils et câbles en cuivre et aluminium. Cette Société semble faire préconiser les **fils ou câbles en aluminium,** concurremment avec ceux en cuivre. De grandes sociétés de distribution d'énergie électrique ont, en effet, déjà employé des lignes en aluminium; nous pouvons citer sur territoire américain, la ligne de Shavinigan-Falls-Montréal (138^{km}); celle de Colgate-Oakland (234^{km}), celle de l'Electra-San-Francisco (280^{km}); en Bulgarie, celle du transport d'énergie de Sofia. En France, l'Énergie électrique du littoral méditerranéen a aussi employé des conducteurs en aluminium sur certaines de ses lignes de transport.

Il ressort de l'usage de ces lignes que celles-ci ne sont réellement intéressantes que lorsque le prix du kilogramme d'aluminium ressort à moins du double de celui du cours du kilogramme de cuivre. Là, où l'on emploie des fils d'aluminium, on peut espacer davantage les supports de la ligne; on peut, de plus, réduire la dimension des consoles qui ont alors à supporter un poids moindre que s'il s'agissait de conducteurs en cuivre, mais il convient de ne pas exagérer les économies dans ce dernier sens à cause de la pression exercée par le vent, pression nécessairement plus considérable que sur une ligne en cuivre, puisque la surface des fils est plus grande.

Rappelons encore qu'il faut donner aux fils d'aluminium une flèche accentuée en raison de l'importance du coefficient de dilatation de ce métal, mais il en résulte un avantage, c'est que les ébranlements qui se produisent sur les ferrures sont plus minimes. Ayant un diamètre supérieur à celui du cuivre pour une même con-

(¹) Ce câble a 100^{m} de longueur; chaque conducteur a 40$^{mm^2}$ de section; ces conducteurs sont isolés entre eux et d'avec le plomb par une épaisseur homogène de papier imprégné de matière isolante du système Berthoud-Borel et Cie. L'isolant est protégé contre l'humidité, qui pourrait le détériorer lorsque ces câbles sont posés dans le sol, par deux gaines de plomb continues et sans soudure mises à chaud à la presse hydraulique dont le diamètre intérieur n'est que de 42^{mm} (diamètre très faible, étant donnée la tension élevée à laquelle ce câble est soumis).

ductibilité, l'aluminium offre les avantages suivants : 1° diminution de l'inductance; 2° diminution des pertes dues aux décharges silencieuses. En un mot, d'après l'avis des constructeurs, les câbles en aluminium pourront bientôt s'utiliser dans les longs et importants transports de puissance de l'avenir. On a toutefois noté quelques difficultés aux environs des villes industrielles, tenant à l'attaque de l'aluminium lorsque l'air est chargé de vapeur acides.

Si nous passons aux **isolants,** nous pouvons citer la maison AVTSINE ET Cie, qui expose des échantillons variés de mica, ébonite, éburine, fibre, etc., tous travaillés d'une façon étonnante avec un fini remarquable pour qui sait la difficulté qu'on a à faire ce travail.

La maison BERGMANN nous présente aussi toutes ses séries de tubes isolants armés et non armés, en acier, en tôle plombée, en laiton, etc. On sait que l'idée fondamentale du système Bergmann est d'établir dans une



Vue intérieure du Palais de l'Énergie.

construction quelconque, au fur et à mesure de l'avancement des travaux de gros œuvre, une canalisation complète, isolante, imperméable et incombustible dans laquelle sont tirés les conducteurs électriques après achèvement du bâtiment. C'est, du reste, une spécialité de cette maison.

Puisque nous parlons de cette Société, mentionnons les nouveaux camions automobiles de sa fabrication, qui sont mus par **accumulateurs système Édison**. La batterie se compose de 64 éléments dont la capacité totale est de 14 kilowatts-heure. La charge utile de 2000^{kg} peut être transportée à la vitesse de 12^{km} à l'heure sur une distance de 60^{km}. Les nouveaux accumulateurs Édison, construits par une Société allemande, sont constitués par un récipient en tôle de fer nickelé; les joints, ainsi que le couvercle, sont réunis par une soudure autogène. Pour avoir plus de solidité, les bacs sont munis de nervures. Dans l'intérieur de l'élément se trouvent un certain nombre de plaques en fer découpées en 24 rectangles formant un grillage. Chaque rectangle reçoit des plaquettes en acier nickelé et percées d'une multitude de petits trous communiquant avec de petites poches: les plaques positives et négatives jusqu'à ce moment sont construites de la même façon; ensuite les plaques positives sont remplies d'oxyde de nickel et les plaques négatives d'oxyde de fer. Elles sont soumises à une forte pression hydraulique. Pour deux plaques positives, il y

a une plaque négative; les plaques de même polarité ont une distance les séparant de 1mm et celles de polarité différente de 1mm,5. Elles sont toutes ensuite isolées les unes des autres par des barrettes carrées en ébonite. Les plaques négatives et positives sont réunies par des boulons en fer nickelés qui les retiennent à la distance voulue. Toutes ces plaques reposent sur un prisme placé dans le fond des éléments et sont isolées des parois par des rondelles en ébonite et par un grillage en même matière. L'électrolyte se compose de 21 pour 100 de potasse fournie dans des barils en fer. Les éléments se remplissent jusqu'à ce que les plaques soient recouvertes de 12mm de liquide. Si le liquide diminue, on ajoute de l'eau distillée comme pour les accumulateurs ordinaires. La charge d'une batterie semblable de 64 éléments dure environ 3 heures 45 minutes au régime de 65 ampères.

Il nous a paru intéressant d'insister sur ces nouveaux accumulateurs fer-nickel du système Édison et surtout sur la récente application qu'en fait la maison Bergmann. En effet, plusieurs camions sont en essais à l'usine pour le transport des marchandises, et aucun n'a encore été livré dans le commerce. Nous attendons les résultats pratiques, que nous augurons satisfaisants par suite de la robustesse des plaques de ces accumulateurs.

Parmi les fabricants d'**accumulateurs,** nous trouvons encore la COMPAGNIE FRANÇAISE DES ACCUMULATEURS « UNION » donnant des spécimens des énormes batteries que cette Société a livrées aux diverses Compagnies de tramways. Citons, en particulier, celle des tramways de Bordeaux de 6000 ampères-heure et celle des tramways de Marseille de 1870 ampères-heure.

Ses éléments bien connus sont au plomb laminé récroui naturellement et de la fabrication spéciale de cette Société.

La partie intéressante de ce stand est surtout l'étalage redonnant la genèse de la constitution des plaques de cette Société. On peut ainsi très bien étudier la constitution des diverses plaques positives et négatives.

La SOCIÉTÉ TUDOR présente également ses modèles d'accumulateurs fixes et transportables, et ses différents types de plaques.

Cette Société expose en outre le redresseur de M. Soulié, permettant de charger une batterie d'accumulateurs en utilisant une distribution du courant alternatif. On sait que ce problème présente un certain intérêt, en particulier pour les automobilistes qui sont obligés de s'accommoder de ce qu'ils trouvent. La solution imaginée par M. Soulié utilise des appareils purement mécaniques, sans aucun phénomène d'électrolyse. Un ressort vibre sous l'action d'un électro traversé par le courant alternatif et établit la connexion seulement au moment voulu dans chaque période. Un transformateur a d'abord ramené la tension alternative à la valeur convenable. Ce principe, très simple, présentait quelques difficultés dans l'application. M. Soulié est arrivé à produire un appareil dont le fonctionnement est très régulier.

Les ACCUMULATEURS DININ, bien connus du public automobiliste, ainsi que les ACCUMULATEURS HEINZ, sont aussi exposés avec, naturellement, tous les échantillons fabriqués par ces Sociétés.

Nous arrivons aux constructeurs de **machines génératrices, moteurs et transformateurs ;** nous trouverons dans cette catégorie la plupart des grandes maisons françaises et étrangères. Toutes exposent leurs modèles connus de moteurs, de transformateurs, etc. L'énumération de ces modèles serait ici de peu d'intérêt; on s'attachera plutôt à indiquer quels sont, dans chaque stand, les appareils présentant un caractère de nouveauté.

BROWN-BOVERI ET Cie expose, avec son matériel bien connu, quelques nouveautés intéressantes. Il faut citer d'abord un MOTEUR MONOPHASÉ A COLLECTEUR, avec réglage de la vitesse par déplacement des balais, dont le fonctionnement paraît irréprochable. Nous n'avons malheureusement pu avoir aucun renseignement sur ce moteur d'un haut intérêt.

Ce moteur actionne une *installation complète pour l'éclairage électrique des trains.* On sait que ce problème a reçu dans ces dernières années plusieurs solutions élégantes. Dans celle qui est présentée ici, la dynamo génératrice est mue par l'essieu du wagon, avec batterie d'accumulateurs fournissant le courant lorsque la vitesse est trop faible, ainsi que pendant les arrêts (1).

LA SOCIÉTÉ ALIOTH nous montre : un alternateur triphasé de 4500 kilovolts-ampères à 7500 volts 25 périodes à 300 tours pouvant donner 8250 volts en période normale si l'on veut. Elle expose aussi des redresseurs monophasés et triphasés du système Auvert-Ferrand. Ces appareils, d'une puissance de 10-15 kilowatts, transforment le courant alternatif 115 volts 50 périodes en courant continu 110 volts. En examinant le stand de la Compagnie P.-L.-M. (Palais de la Traction), nous verrons un redresseur semblable du même type et que nous étudierons plus en détail. Un moteur à collecteur, système Fynn-Alioth, avec mise en court-circuit automatique, attire notre attention, ainsi que les nombreux dessins de locomotives électriques fournies au P.-L.-M. par cette Société.

La Maison BERGMANN, dont nous avons parlé au sujet des isolants, nous montre toute sa série de moteurs étanches pour grues, treuils, etc., et ses rhéostats spéciaux pour moteurs de machines à imprimer. Ceux-ci permettent en effet la mise en page ligne par ligne, car ils ne font faire au moteur qu'une fraction de tour. Ceci évite à l'imprimeur de tourner le volant de sa machine comme il le fait bien souvent à l'heure actuelle.

Nous rencontrons tour à tour la Compagnie GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE CREIL, L'ÉNERGIE ÉLECTROMÉCANIQUE DE SURESNES, la COMPAGNIE INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE LIÉGE, la SOCIÉTÉ GRAMME, la maison FABIUS-HENRION qui attire la curiosité du visiteur en lui indiquant le produit d'une heure de son usine de Pagny, soit 25 000 charbons de lampes à arc.

La COMPAGNIE DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE ET MÉCANIQUE DE GENÈVE (brevets Thury) a voulu donner aussi une leçon

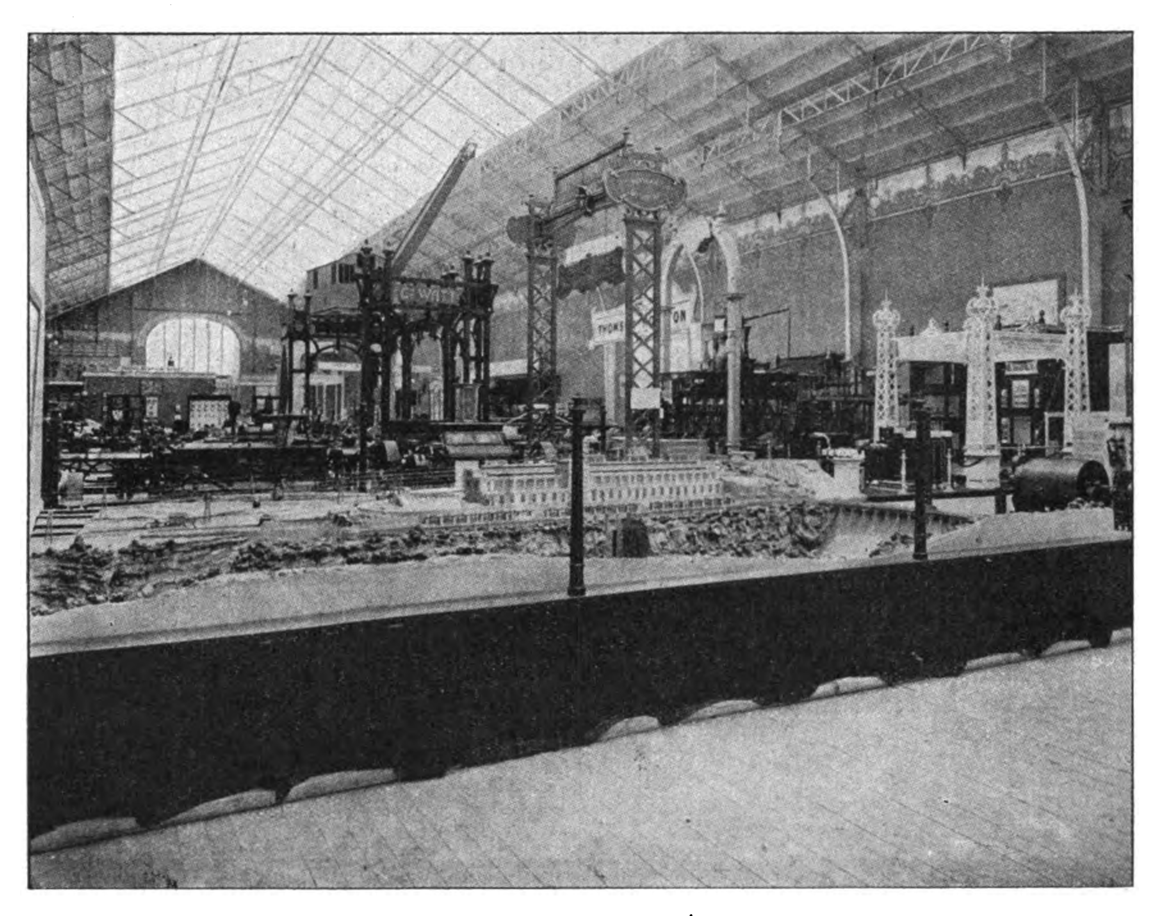
(1) Ce système a été décrit par M. JACQUIN dans *La Revue électrique.*



de choses particulièrement intéressante, car elle a voulu démontrer comment l'énergie produite au loin par des forces naturelles peut se prêter à tout et se mettre à la disposition de chacun de nous sous les formes les plus variées et les plus accessibles.

L'arrivée du courant triphasé à 5000 volts 25 périodes est distribuée par une ligne haute tension à deux transformateurs à 440 volts. Ce dernier courant actionne des moteurs à courants triphasés et un de ceux-ci une génératrice à courant continu réglée automatiquement par un régulateur système Thury.

Enfin différents appareils, machines-outils, lampes à arcs, à incandescence, sont successivement alimentés. Notons en passant une machine très curieuse à fabriquer les clous et les pointes.



Vue intérieure du Palais de l'Énergie.

La Société Thomson-Houston a installé un alternateur à axe vertical de 1750 kilowatts triphasé à 5500 volts 50 périodes. Cette machine à 56 pôles tourne à 107 tours par minute.

Elle est destinée à l'usine Tuillière, sur la Dordogne, que monte en ce moment la Société pour le compte de la Société Energie électrique du Sud-Ouest. Huit unités semblables ont été fournies et sont en cours de montage. Ces alternateurs seront actionnés par des turbines d'égale puissance placées en bout d'arbre.

Nous trouvons en outre un redresseur de courant alternatif monophasé de la General Electric C°. Cet appareil, qui peut débiter en courant continu une trentaine d'ampères, est basé sur les propriétés de la lampe à vapeur de mercure. Les ampoules en verre présentent une chambre de condensation de grande capacité, deux anodes en graphite et une cathode auxiliaire en mercure. La cathode auxiliaire sert pour l'allumage de l'appareil qui se fait par simple agitation. Les fils de platine qui amènent le courant au redresseur sont soudés au verre sur une grande longueur et ont une faible section. A l'intérieur de l'ampoule, on vient souder sur ces fils un disque métallique qui a pour but d'amortir les chocs du mercure pendant le transport. Les nouveaux parafoudres électrolytiques sont basés sur les propriétés des électrodes d'aluminium : une cuve à électrolyse dont les électrodes sont en aluminium constitue, dans le cas de courant alternatif, un condensateur, grâce à la couche d'alumine qui se forme sur les électrodes. Mais dès que la tension dépasse une certaine

limite, la couche isolante d'alumine est percée et l'appareil devient conducteur. Plusieurs cuves mises en série supportent une tension proportionnelle à leur nombre. Ce principe est réalisé de la manière suivante : les électrodes d'aluminium, en forme de calotte sphérique, sont superposées comme dans une pile d'assiettes. Tout l'ensemble est noyé dans l'huile Chaque calotte supporte 240 volts. En cas de rupture de la couche isolante par suite de coup de foudre ou de surtension, le débit est largement assuré, la couche isolante se reforme ensuite d'elle-même.

La Société Thomson-Houston expose en outre de nombreux exemplaires de son matériel bien connu, en particulier de son matériel pour traction.

Dans l'exposition de la Société alsacienne, la pièce capitale est une dynamo bimorphique, mue par une roue Pelton. Ce groupe, d'une puissance de 1500 chevaux, tournant à 375 tours, est destiné à l'alimentation du réseau de tramways de Villefranche à Bourg-Madame, dans les Pyrénées. La dynamo est construite comme une commutatrice. Du côté continu, elle donne une tension de 850 volts; le côté alternatif porte six bagues et donne 510 volts entre bagues opposées, à la fréquence 25. La dynamo est munie de pôles auxiliaires de commutation. Notons en passant l'emploi de plus en plus fréquent de ce dispositif très rationnel.

Le côté continu alimentera directement la section de voie voisine de l'usine, tandis que le courant débité du côté alternatif, élevé à 20000 volts, servira, par une ligne triphasée, à alimenter les sous-stations. La Société alsacienne a déjà fait quelques applications de ce genre des dynamos bimorphiques (tramways de Marseille à Aix), et les résultats ont été très satisfaisants.

La Société « L'Éclairage électrique » expose toutes ses séries de moteurs à courants alternatifs et à courant continu, ainsi qu'un certain nombre d'applications. Notons en particulier un palan électrique très réduit, pouvant s'accrocher à n'importe quelle grue; moteur, treuil, chaîne, frein, tout se trouve réuni dans un espace de 50^{cm} de côté. C'est un véritable petit chef-d'œuvre de mécanique et d'heureuse disposition.

La Société française A. E. G. expose une très grande variété d'appareils, dans lesquels toutes les branches de l'électrotechnique sont représentées.

Un groupe turbine à vapeur, dynamo à courant continu (10 kilowatts, 110 volts, 4000 tours) est remarquable par la régularité de sa marche absolument silencieuse et son peu d'encombrement. La vapeur est admise à 15 kg:cm². La dynamo est bipolaire, avec pôles auxiliaires de commutation. Ce groupe est destiné aux torpilleurs.

Remarquons encore un transformateur rotatif pour la charge des accumulateurs. Cet appareil transforme le courant alternatif qu'il reçoit sur son induit en courant continu de l'autre côté du même rotor. Recevant 1 ampère à 110 volts, il donne 30 ampères sous 4 volts. Très intéressante aussi la série des moteurs à pôles auxiliaires à vitesse réglable de 185 tours à 1110 tours, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 6, à 4 pôles et 4 auxiliaires. Ces moteurs se recommandent pour actionner des machines-outils. Les pôles auxiliaires sont intercalés entre les principaux et sont de même polarité que ces derniers dans le sens de la marche pour les génératrices et de polarité contraire pour les moteurs dans ce même sens. Signalons encore la dynamo Rosenberg pour l'éclairage des trains. Cette dynamo bipolaire comporte deux paires de balais en quadrature, dont une paire est en court-circuit. Son champ principal est produit par un courant du rotor à collecteur. La réaction d'induit produit une autorégulation telle que la force électromotrice reste à peu près constante malgré les changements de vitesse des trains. Par un mécanisme spécial, le sens du courant est indépendant du sens de rotation de la machine. L'autorégulation de celle-ci ne donne lieu à aucun trouble de commutation en raison de son fonctionnement tout différent de celui d'une dynamo shunt ordinaire.

Dans le domaine de l'éclairage, la même Société expose toute une série d'appareils, d'une rare perfection, pour les illuminations et effets de théâtres (changements d'intensité lumineuse, allumages successifs de lampes de diverses couleurs, etc.). Comme nouveauté, au moins en France, il faut citer les illuminations par très petites lampes à incandescence, de 14 volts, mises par 8 en série sous 110 volts ou 16 sous 220 volts. Cette extrême division des points lumineux permet d'obtenir des illuminations d'un très heureux effet. Le portique d'entrée de l'Exposition est entièrement illuminé par des lampes de cette espèce, installées par la Société A. E. G.

Les lampes à vapeur de mercure, en quartz, de la même Société, constituent aussi une nouveauté du plus haut intérêt. On sait que dans les lampes à vapeur de mercure actuelles (lampe Cooper-Hewitt, lampe Bastian), on ne peut admettre qu'une densité de courant assez faible; la vapeur de mercure est à une pression très réduite, et le spectre, composé seulement des raies du mercure, donne à la lumière la teinte particulière bien connue. Une série de travaux faits surtout en Allemagne ont conduit aux résultats suivants : si l'on augmente beaucoup la densité du courant, l'intensité lumineuse croît extrêmement vite, et le rendement lumineux, déjà très bon, s'améliore; de plus, au spectre du mercure, se superpose un spectre continu d'intensité notable, qui atténue l'aspect bizarre de la lumière. Mais les tubes en verre ne peuvent supporter la température élevée qui règne alors dans la lampe. On arrive à maintenir ce régime si l'on emploie des lampes en quartz fondu. La lampe de l'A. E. G. se compose d'un tube droit horizontal, en quartz, de 7^{cm} à 15^{cm} de long, selon le voltage, avec, aux extrémités, deux ampoules de quartz contenant le mercure qui sert d'électrodes. Ces ampoules sont entourées de radiateurs à ailettes. En série avec la lampe sont placées des résistances identiques à celles de la lampe Nernst (fils de fer dans le vide). C'est seulement après quelques minutes d'allumage, lorsque le tube de quartz s'est échauffé, que la lampe donne toute sa lumière. Les lampes actuellement construites sont de 3,5 ampères 220 volts, et 4 ampères 110 volts. La teinte de la lumière qu'elles donnent est

intermédiaire entre celle de la lampe Cooper-Hewitt et de l'arc ordinaire. Quatre de ces lampes sont employées dans les illuminations de l'Exposition (deux au-dessus du portique d'entrée et deux sur les tourelles carrées qui surmontent le théâtre); on pourra juger de l'effet très agréable qu'elles produisent. Il est nécessaire de rappeler que la lumière de ces lampes est très riche en rayons de l'extrême ultra-violet (pour lesquels le quartz est parfaitement transparent et que le verre absorbe complètement), et que ces rayons produisent sur les yeux des effets désastreux. Il est indispensable de n'employer ces lampes que munies de leur globe de verre.

Dans un stand de faible surface, mais d'un bien grand intérêt, M. Boucherot expose quelques-uns de ses appareils utilisant des mouvements vibratoires produits par le courant alternatif. M. Boucherot a déjà, à plusieurs reprises, donné quelques indications générales sur ces appareils si originaux, mais c'est, croyons-nous, la première fois qu'il montre les appareils eux-mêmes. Il est impossible d'entrer ici dans le détail de fonctionnement, qui n'a pas été encore décrit; l'inventeur se propose d'ailleurs de donner lui-même la description de ses appareils au Congrès qui se réunira à Marseille en septembre. On doit se borner ici à des indications générales.

Le *motoscilla* est un moteur a courant alternatif monophasé, dans lequel le mouvement produit est un mouvement alternatif synchrone avec la période du courant. Ce mouvement est ensuite transformé en mouvement de rotation, et c'est là la partie délicate du problème, par des organes purement mécaniques. On obtient ainsi un moteur à vitesse de rotation très faible et d'ailleurs variable dans de très larges limites; il fonctionne avec un facteur de puissance égale à 1.

Le *caposcilla* est aussi un appareil à mouvement vibratoire synchrone, destiné à absorber du courant déwatté en avance, jouant ainsi le rôle d'une capacité ou d'un moteur synchrone surexcité. Cet appareil ne comporte aucun organe tournant, mais seulement des pièces en vibration.

M. Boucherot expose aussi deux appareils de mesure intéressants : son *galvanoscilla* mesure la variation de vitesse par tour d'un alternateur; son *torquemètre* est destiné à relever graphiquement la courbe de variation du couple en fonction de la vitesse d'un moteur.

Les applications multiples de l'électricité nous amènent à parler des **appareils de levage** et des **machines-outils** que nous trouvons encore dans ce palais. La Société de construction et de location des appareils de levage a installé au milieu du hall une grue sur portique roulant à manœuvre électrique. Cet appareil a servi à la manutention de tous les objets n'excédant pas 2ᵗ qui se trouvent dans ce bâtiment. Un palan transbordeur automatique complète l'exposition de cette Société. Ce palan se meut sur une poutrelle rigide, effectue automatiquement le transport aller et retour, ainsi que le déchargement de sa charge, sans que l'ouvrier ait à s'en occuper.

Les maisons Leflaive et Cie et Compagnie Watt (cette dernière représentant la Société Œrlikon de Zurich) exposent différents engins de levage (treuils de mines, cabestans électriques), des ventilateurs centrifuges, des pompes de différents modèles transportables, en particulier des pompes à incendie, des machines-outils (perceuses, polisseuses, etc.).

Les Ateliers Terrin nous donnent les types d'appareils de transbordement, tels que le ruban transporteur à palettes métalliques employé à l'usine à gaz de Marseille pour la manutention du charbon.

Abel Piffre expose ses appareils de commande des ascenseurs électriques, ainsi que toute une série de treuils divers, monte-sacs, monte-charge, etc. Partout les constructeurs semblent avoir recherché non seulement la forme ramassée de l'objet, mais encore avoir en vue la facile vérification de l'appareil. Les moyens de sécurité (arrêt automatique. coupe-circuit, etc.) sont multipliés sur les appareils mobiles eux-mêmes, ce qui prouve leur conception raisonnée.

Les métiers à tisser, à broder ont aussi adopté l'électricité, et la Compagnie électrique de la Loire a fait œuvre utile dans cet ordre d'idée. Dans les départements de la Loire et de la Haute-Loire, il existe, d'après un dernier recensement fait par la Chambre de Commerce de Saint-Etienne, environ 28000 métiers à tisser. La Compagnie électrique de la Loire en actionnait au mois de juin dernier environ 15000 par des moteurs de 1 à 1,5 cheval. Cette Société expose et fait fonctionner, dans le Palais de l'Energie, un métier à broder en soie, qui donne des produits très remarquables.

Un grand nombre d'autres industries paraissent aussi vouloir utiliser presque uniformément l'électricité. Nous voulons parler de la meunerie, où les appareils sont mus par moteur séparé. L'huilerie également s'y intéresse et en particulier M. Soiron présente un projet très complet pour la transformation des huileries marseillaises. Il en résulte, paraît-il, une économie en puissance utilisée et un meilleur rendement en produits fabriqués.

La construction métallique, auxiliaire indispensable de l'électricité pour son transport ou son usage, est représentée par les maisons Joya père et fils, J. Jay et Jallifier, qui nous montrent des **pylônes métalliques** de leur fabrication pour lignes à haut voltage, des consoles de ville pour lampes à arc, etc. Un poste de transformateur exécuté par la Société de Constructions électriques de Lyon complète cette exposition.

Nous ne devons pas oublier de citer la Société des Ciments prompts et Portland artificiels de Grenoble. qui s'est fait une spécialité de la construction des **poteaux en ciment armé**, dont l'emploi tend à se généraliser de plus en plus. Les essais dont nous relevons certains chiffres sont très intéressants et montrent la résistance de ce genre de supports : un poteau de 12ᵐ hors de terre, soumis à un effort horizontal de 1000ᵏᵍ à son sommet, 42 jours après sa fabrication, n'a pris qu'une flèche de 60ᵐᵐ sans se rompre. Dans la région de Grenoble, cette maison a plus de 8000 poteaux « système Delamarchi » en service; 3500 autres sont en cours d'exécution à l'heure actuelle.

L'appareillage électrique de haute tension, dont on ne s'était pas beaucoup occupé au début, a été mis



au point ces dernières années. Bien des constructeurs présentent des nouveaux tubes fort intéressants. La commande à distance semble être adoptée par presque tous les fabricants, tout au moins en ce qui concerne les interrupteurs à haute tension. MALJOURNAL ET BOURROU, SPRUCHER ET SCHUH, la SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE LYON, etc., nous présentent ces divers modèles fonctionnant mécaniquement par leviers de commande ou électriquement par relais. Beaucoup de ces appareils sont, en même temps, des appareils à maxima ou à minima.

Dans un ordre d'idées analogue, plusieurs constructeurs de moteurs et d'appareillage ont perfectionné les appareils d'enclenchement et de manœuvre des moteurs, de manière à éviter absolument toute possibilité de fausse manœuvre, même de la part de personnes inexpérimentées. Signalons seulement les appareils de ce genre exposés par la Société A. E. G.

La maison LECOQ, MARTIN ET Cie expose un régulateur automatique de tension destiné à fonctionner sans surveillance. Cet appareil est d'une évidente utilité pour les petites distributions d'éclairage qui reçoivent, d'une grande Société, du courant sous une tension assez variable. A en juger par les courbes d'enregistreur présentées, l'appareil exposé est d'une précision remarquable, car les écarts de la tension après réglage ne dépassent pas 1,5 pour 100 de part et d'autre de la tension de régime.

M. ROUTIN expose ses régulateurs à servo-moteur, dont il a décrit le principe. Nous devons nous borner à les signaler, les explications données jusqu'ici étant peu détaillées; d'ailleurs, M. Routin se propose de donner une explication complète de ses appareils au Congrès de Marseille.

On sait que bien des tentatives ont été faites pour rendre industriel l'emploi du condensateur; aussi faut-il particulièrement citer l'exposition de la SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES CONDENSATEURS INDUSTRIELS (brevet Mosicki). Son condensateur ressemble, en principe, à l'antique bouteille de Leyde, mais avec de très importants perfectionnements : emploi de verre convenable, forme tubulaire avec renforcement aux points soumis au champ le plus intense, argenture sur les deux faces, et connections soigneusement faites. Ces appareils peuvent être utilisés pour les usages suivants : 1° protection des réseaux contre les décharges atmosphériques et les surtensions; 2° absorption du courant déwatté en avance pour améliorer le facteur de puissance; 3° emploi dans la télégraphie sans fil et la production des courants de haute fréquence.

La Société fait, dans son stand, différents essais sous une tension alternative de 30000 volts efficaces.

Le MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS nous montre l'**électricité appliquée au Génie maritime**. C'est d'abord un phare à pétrole pouvant fonctionner 6 mois sans être regarni, qui est actionné par un moteur électrique à vitesse réduite monté sur le même arbre que la lentille. Ce moteur est actionné par une pile au sulfate de cuivre. Ensuite le service des voies navigables nous montre l'utilisation de l'électricité pour la manœuvre des portes des écluses, le touage électrique sur certains canaux, les cabestans électriques, etc.

Enfin nous voyons encore la télégraphie sans fil établie sur les pontons baliseurs tels que le *Léonce-Reynaud* et le *Rochebonne*. Des dessins complètent cette série d'études; entre autres nous trouvons les plans du phare du Planier situé dans la rade de Marseille.

Dans les stands des Sociétés de **distribution d'énergie électrique** sont exposés des plans, cartes, photographies et diagrammes, permettant de se faire une idée nette de l'état actuel de cette industrie, principalement dans le midi de la France.

La Société ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU LITTORAL MÉDITERRANÉEN alimente par ses usines et ses réseaux toute la région méditerranéenne, environ 339 communes, directement ou indirectement, représentant une population de 155000 habitants. Elle possède à sa disposition 82000 chevaux et a en outre les droits nécessaires pour établir sur des chutes d'eau 66000 chevaux hydrauliques.

Le SUD ÉLECTRIQUE, société d'exploitation directe, la SOCIÉTÉ AVIGNONNAISE D'ÉLECTRICITÉ, la SOCIÉTÉ NIMOISE D'ÉLECTRICITÉ empruntent l'énergie électrique à la Société Énergie électrique pour leurs besoins personnels.

La SOCIÉTÉ BITERROISE D'ÉLECTRICITÉ, la SOCIÉTÉ LYONNAISE D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES dans le Var, la SOCIÉTÉ DU GAZ ET D'ÉLECTRICITÉ DE NICE complètent la liste des Sociétés exposantes qui sont situées sur les côtes de la Méditerranée.

Dans la région des Alpes, du Dauphiné et de la Savoie, nous trouvons encore : la SOCIÉTÉ GRENOBLOISE DE FORCE ET LUMIÈRE, la SOCIÉTÉ DE FURES ET MORGES ET DE VIZILLE, la SOCIÉTÉ DU HAUT-GRÉSIVAUDAU et celle des FORCES MOTRICES DU FIER desservant la région de Chambéry.

En Auvergne, nous trouvons le GROUPE VAUTIER utilisant les chutes de la Sioule (15000 chevaux).

Sur le Rhône, la SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DU RHONE, à Jouage, nous montre l'utilisation de ce fleuve pour l'alimentation électrique de Lyon et de ses environs.

Dans le bassin de la Garonne, l'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU SUD-OUEST alimente par l'usine de Tuillières, sur la Dordogne, les régions de Bordeaux, Angoulême et Périgueux, et toutes les régions traversées par les lignes de transport.

La SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU NORD DE LA FRANCE alimente l'agglomération industrielle des trois centres importants de Lille, Roubaix et Tourcoing par son usine de Wasquehall d'une puissance de 25000 chevaux.

Citons encore la COMPAGNIE GÉNÉRALE DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE à Paris avec son usine à Vitry (Seine), et les exploitations particulières des villes de Toulon, Montpellier, Fréjus par différentes Sociétés locales.

La SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE possède un certain nombre d'exploitations particulières, telles que Sofia (Bulgarie), Grasse (Alpes-Maritimes), qu'elle exploite elle-même. Elle a eu certaines grosses entreprises de constructions d'usines électriques ou de ré-

seaux, notamment pour l'Energie électrique du littoral méditerranéen, l'Énergie électrique de l'Ouest, etc.

MM. GIROS ET LOUCHEUR, qui ont effectué aussi des travaux importants en participation avec la Société des Grands Travaux, ont à leur actif un certain nombre de constructions d'usines. Citons l'usine de Wasquehal de l'Énergie électrique du nord de la France, qu'ils viennent d'exécuter dernièrement.

Dans cette exposition des grandes Sociétés de distribution, l'avenir même est représenté par la très belle maquette en relief représentant le projet de MM. Blondel, Harlé et Mähl. Il s'agit, comme on sait, d'une usine hydraulique qui serait créée à la sortie des gorges du Rhône, à Génissiat (Ain). On obtiendrait une chute de 70^m, pouvant produire une puissance de 350000 chevaux. L'usine génératrice, la plus puissante du monde, pourrait envoyer l'énergie électrique non seulement pour tous les besoins industriels de la région, mais encore à très grande distance; le projet prévoit le transport de l'énergie à Paris, par courant alternatif à 25 périodes, sous la tension de 120000 volts. Les mêmes travaux auraient pour effet de faciliter la navigation sur le Rhône et de permettre, en les combinant avec d'autres améliorations plus faciles, de remonter de la Méditerranée jusqu'au lac de Genève.

La plupart des grandes Sociétés d'**Électrochimie** ont exposé; elles nous montrent des échantillons de leurs produits et quelques modèles d'appareils, principalement de fours. On trouvera là des produits maintenant classés, sur lesquels il y a peu de nouveautés à montrer, telles que le carbure de calcium, et aussi des produits et procédés plus récents, en particulier dans le domaine de la métallurgie du fer.

Les ACIÉRIES PAUL GIROD ont comme spécialité de fabriquer, au four électrique, des aciers fins en partant de matières premières ordinaires, ce qui est extrêmement difficiles par les procédés purement chimiques. Divers organes de machines, achevés, ou ayant subi sans rupture les déformations les plus compliquées, montrent la qualité des produits obtenus.

La même Société expose des échantillons de ses divers ferro-alliages.

Les SOCIÉTÉS DU GIFFRE, KELLER ET LELEUX, BERTOLUS, la SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE DU SILICO-MANGANÈSE exposent aussi de beaux échantillons de leurs produits : carbure et produits métallurgiques divers (combinaisons du fer avec le tungstène, molybdène, nickel, chrome, vanadium, titane, silicium, bore, manganèse). On sait quelle importance toujours croissante prennent, en métallurgie, ces créations du four électrique, qui n'ont pas dit leur dernier mot.

Deux Sociétés ayant comme principale spécialité la fabrication de l'aluminium ont fait de fort belles expositions :

La COMPAGNIE DES PRODUITS CHIMIQUES D'ALAIS ET DE LA CAMARGUE a installé un kiosque métallique tout en aluminium (tôle d'aluminium et décorations an aluminium fondu ou repoussé).

Ce stand très original contient différents objets en aluminium et des échantillons de matières premières comme la bauxite, la cryolithe, le spath fluor, le fluorure d'aluminium, etc.

La SOCIÉTÉ ÉLECTROMÉTALLURGIQUE FRANÇAISE DE FROGES, qui, dès 1888, a fabriqué l'aluminium par le procédé Héroult, expose les matières premières de la fabrication : bauxites du Var, alumine, etc. Elle montre également une série d'objets fabriqués avec leur application (tels que les feuilles minces d'aluminium, pouvant avec avantage et économie remplacer le papier d'étain pour la conservation des denrées alimentaires).

La même Société s'est, depuis quelques années, occupée de la fabrication électrique de l'acier; elle expose des échantillons intéressants dans cette branche nouvelle de l'industrie.

Enfin, la dernière venue des industries électrochimiques, mais non la moins intéressants, est représentée par la SOCIÉTÉ NORVÉGIENNE DE L'AZOTE, qui nous montre un modèle de four Birkeland pour la fabrication des produits nitrés par combinaison directe de l'azote et de l'oxygène de l'air. Il est inutile de revenir sur ce procédé, qui a été décrit en détail dans cette *Revue;* rappelons seulement combien est grande l'importance du problème qui est abordé ici, puisque de la fabrication à bon marché des nitrates destinés à servir d'engrais dépend la possibilité d'alimenter l'espèce humaine aux besoins de laquelle les engrais naturels ne suffisent plus.

On voit par ce qui précède que le domaine de l'Électrochimie est très largement représenté à l'Exposition de Marseille. Les demandes d'admission, dans cette classe, ont été si nombreuses qu'elles ont dépassé la place disponible : une installation, en fonctionnement, pour la purification de l'eau par l'ozone a dû être installée dans le Grand Palais, où nous la retrouverons.

Enfin, dans une branche un peu spéciale, mais bien intéressante de l'Électrochimie, le LABORATOIRE ÉLECTROCHIMIQUE DE M. JOUVE montre le parti qu'on peut tirer de l'électricité pour les analyses chimiques : d'après M. Jouve, *toutes* les analyses chimiques peuvent être faites par l'électricité.

L'application de l'électricité dans les laboratoires une des spécialités de la Maison POULENC, qui nous montre une très grande variété de fours électriques qui, par leur commodité, leur facilité de réglage et leur précision, laissent loin derrière eux les fours à gaz. Sans doute, le prix d'une calorie est bien plus élevé lorsqu'elle est fournie sous forme d'énergie électrique que lorsqu'on la produit par combustion; mais ici la question de prix n'est pas la plus importante et, de plus, les calories produites électriquement sont infiniment mieux utilisées.

La même Maison expose ses appareils pour la mesure des températures élevées. R. BIDOT.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Loi relative à la ratification de la Convention internationale de Berne sur le travail de nuit des femmes employées dans l'industrie. — Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article unique. — Le Président de la République est

autorisé à ratifier la convention sur l'interdiction du travail de nuit des femmes dans l'industrie, signée à Berne le 26 septembre 1906.

Une copie authentique de cette convention sera annexée à la présente loi ([1]).

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 15 juillet 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Affaires étrangères,
S. PICHON.

Le Ministre du Travail
et de la Prévoyance sociale,
RENÉ VIVIANI.

(*Journal officiel* du 18 juillet 1908.)

Loi relative à l'institution des Conseils consultatifs du travail. — Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ART. 1er. — Il peut être institué par décret rendu en Conseil d'État, sous le nom de *Conseils consultatifs du travail*, partout où l'utilité en sera reconnue, soit à la demande des intéressés, soit d'office, après avis du Conseil général, des Chambres de Commerce et des Chambres consultatives des Arts et Manufactures du département, des Conseils composés en nombre égal de patrons et d'ouvriers.

Leur mission est d'être les organes des intérêts matériels et moraux de leurs commettants;

De donner, soit d'office, soit sur la demande du Gouvernement, des avis sur toutes les questions qui concernent ces intérêts;

De répondre aux demandes d'enquête ordonnées par le Gouvernement.

ART. 2. — Chaque Conseil est divisé en deux sections comprenant, l'une les patrons, l'autre les ouvriers.

Les sections nomment chacune, pour la durée de chaque session, un président et un secrétaire pris dans leur sein. Elles peuvent délibérer séparément. Les réunions du Conseil sont alternativement présidées : pour la durée de la délibération, par le président de chaque section, en commençant par le plus âgé des deux. Le secrétaire de l'autre section devient celui du Conseil.

En cas de partage des voix dans le Conseil, les sections peuvent désigner un ou plusieurs membres choisis d'accord entre elles, et qui auront voix délibérative.

ART. 3. — Il y a autant de conseils que de professions. Toutefois, lorsque le nombre des professions de même nature est insuffisant, un certain nombre de professions similaires peuvent, sur l'avis conforme des intéressés, être réunies en un même groupe.

Le ressort de chaque Conseil est déterminé par le décret qui l'institue.

ART. 4. — Le décret d'institution fixe le nombre des membres du Conseil. Il varie de six à douze par section, suivant l'importance des industries représentées.

Des délégués suppléants seront nommés dans chaque section en nombre égal à la moitié des titulaires.

La durée des pouvoirs des délégués et des suppléants est de 4 ans.

Sera considéré comme démissionnaire celui qui, sans excuse valable, ne répondra pas à trois convocations successives, qui quittera la région ou qui cessera d'être éligible par le collègue électoral qu'il représente.

ART. 5. — Sont électeurs à la condition d'être inscrits sur la liste électorale politique :

Pour la section patronale :

1° Tous les patrons exerçant une des professions fixées par le décret d'institution;

2° Les directeurs et les chefs de services appartenant à la même profession et l'exerçant effectivement depuis 2 ans.

Pour la section ouvrière :

Tous les ouvriers et contremaîtres appartenant à la même profession et l'exerçant effectivement depuis 2 ans.

Sont éligibles les électeurs de la section âgés de 25 ans accomplis.

Les femmes françaises, ayant l'exercice de leurs droits civils, non frappées de condamnations entraînant la perte des droits politiques et résidant dans la commune depuis 6 mois au moins, sont électeurs à 21 ans et éligibles à 25 ans accomplis, après 2 ans d'exercice effectif de la même profession.

L'élection a lieu au scrutin de liste.

Pour la composition des listes, les opérations électorales et les recours dont elles peuvent être l'objet, il sera procédé conformément aux règles en vigueur pour les conseils de prud'hommes.

ART. 6. — Dans le cas où les électeurs patrons sont en nombre égal à celui qui est fixé pour la composition des conseils, tous en sont membres.

S'ils sont en nombre inférieur, ils désignent entre eux, pour se compléter, des électeurs appartenant à la même profession ou à des professions similaires dans les circonscriptions voisines.

Dans les circonscriptions où la profession est représentée par des sociétés par actions, les membres du Conseil d'administration ayant la capacité électorale politique sont électeurs patronaux.

ART. 7. — Chaque section se réunit au moins une fois par trimestre à la mairie de la commune de son siège, et à la convocation de son bureau, chaque fois qu'il y aura lieu de lui soumettre un objet de sa compétence.

ART. 8. — Toutes discussions politiques et religieuses sont interdites.

ART. 9. — Toute délibération excédant la limite des attributions fixées par la loi est annulée par le ministre.

Si le Conseil ou la section, une fois averti, persiste à sortir de son rôle, sa dissolution peut être prononcée.

ART. 10. — Un décret rendu en la forme d'administration publique déterminera les conditions de fonctionnement de la présente loi.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 17 juillet 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre du Travail
et de la Prévoyance sociale,
RENÉ VIVIANI.

(*Journal officiel* du 22 juillet 1908.)

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements. — Par arrêtés du 28 juillet 1908 (*Journal officiel* du 30 juillet 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans les départements des Alpes-Maritimes, du Var.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'assemblées générales. — *Appareillage électrique de Grivolas*. Assemblée ordinaire le 11 août, 2h, 16, rue Montgolfier, Paris.

([1]) Le texte authentique de la convention sera publié avec le décret de promulgation.

Société d'Éclairage électrique de Saint-Florentin. Assemblée ordinaire le 12 août, à 5h, 8, avenue de Clichy, Paris.

Compagnie électrique de la Guyane française. Assemblée extraordinaire le 18 août, à 3h, 39, boulevard Malesherbes, Paris.

Société Suburbaine de Gaz et d'Électricité. Assemblée ordinaire le 8 août, à 2h, 8, rue de Florence, Paris.

Compagnie Provinciale des Eaux, du Gaz et de l'Électricité. Assemblée ordinaire et extraordinaire le 22 août, à 2h, 41, rue Nicolo, Paris. Ordre du jour : création d'obligations.

Nouvelles sociétés. — Société en commandite Viot de Méry, Le Sage et Cie; représentation d'appareils et fournitures électriques. Siège social, 43, rue de Lancry, Paris. Durée 5 ans, capital 3200fr.

Société en nom collectif P. Bresson et P. Lemaître; fournitures pour l'électricité. Siège social, 5, rue Martignac, Bordeaux (Gironde). Durée 5 ans, capital 7000fr.

Société toulousaine d'Électricité. — Du Rapport présenté par le Conseil d'Administration à l'assemblée générale ordinaire du 16 mai 1908, nous extrayons ce qui suit :

Les recettes provenant des abonnements d'éclairage et de force motrice s'élèvent à la somme totale de 831449fr,70, soit une augmentation de 24218fr,54 sur la recette correspondante pour l'exercice 1906.

La recette totale se décompose comme suit :

Éclairage	696855fr,35
Force motrice	134594fr,35

Nos recettes totales d'exploitation, y compris le produit de sous-location, les bénéfices sur ventes, appareillage et travaux, et les recettes des entreprises accessoires (cartonnerie et meunerie) se sont élevées à	fr 989445,36
Le total des dépenses d'exploitation correspondantes s'élèvent à	653250,02
Laissant ainsi un excédent de recettes de	336195,34

reporté au compte de Profits et Pertes.

Le Chapitre Extensions en cours figure à l'actif du bilan au 31 décembre 1907 pour un total de 965117fr,74.

Vous trouverez en outre à l'actif, sous la rubrique Frais de constitution, un total de dépenses de 11191fr,55 représentant les frais divers résultant de l'augmentation du capital social et des modifications apportées aux statuts de notre Société.

Les amortissements prévus sur l'exercice 1907, ajoutés à ceux de l'exercice précédent, figurent au passif pour un total de 171490fr,87.

PROFITS ET PERTES.

Ainsi qu'il résulte du compte ci-annexé, le service des intérêts représente une dépense totale de 172765fr,65, dont 164547fr,50 pour le service des obligations et 8218fr,15 sur emprunts divers et comptes de banques.

Le compte Intérêts et divers, figurant en recettes pour un total de 77834fr,15, représente le produit des capitaux disponibles en banque et la part d'intérêts intercalaires supportée par le compte de premier établissement.

Nous avons attribué aux amortissements une somme totale de 83513fr,95 comme suit :

1° Sur le Chapitre Constructions correspondant à l'amortissement, en 30 ans, des constructions et travaux faisant retour gratuit à la Société du Bazacle et figurant à l'actif du bilan pour 1125418,23.	fr 37513,95
2° Sur l'ensemble des installations	46000

Ces amortissements effectués, et après déduction des intérêts aux obligations et divers, le solde disponible de l'exercice 1907 s'élève à	157749,89
A ce solde s'ajoute le report de l'exercice 1906, ce qui laisse au compte Profits et Pertes un solde disponible de	598,09
	158347,98

Nous vous proposons de répartir ce solde de la façon suivante :

A la réserve légale, un vingtième, soit	7887,50
Dividende de 5 pour 100 aux actions	150000
Report à nouveau	460,48
Total	158347,98

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Actif.

Constructions et installations hydrauliques sur le Bazacle	fr 1125418,23
Installations d'usines restant propriété de la Société	879399,31
Réseaux à courant continu et sous-stations	1535163,85
Installations d'abonnés, compteurs	286200,41
Mobilier et outillage, laboratoire	48099,67
Clientèle et fonds de commerce	972624,11
Matériel et marchandises en magasin	247789,67
Entreprises accessoires	61851,11
Disponibilités	96363,14
Débiteurs divers	229338,46
Portefeuille	115227,40
Primes de remboursement et frais d'émission des obligations	160541,70
Extensions en cours	965117,74
Frais de constitution	11191,55
Acompte sur dividende	60000
Total de l'actif	6794326,35

Passif.

Capital (actions)	3000000
Obligations	3192500
Réserve légale	93216,23
Créditeurs	34531,19
Coupons	12545,08
Effets	131695
Amortissements	171490,87
Profits et Pertes	158347,98
Total	6794326,35

COMPTE GÉNÉRAL D'EXPLOITATION DU 1er JANVIER AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Dépenses.

Frais d'administration et d'exploitation	fr 769820,99
Balance à compte des Profits et Pertes	336195,34
Total	1106016,33

Recettes.

Recettes de l'exploitation	1106016,33
Total	1106016,33

COMPTES DE PROFITS ET PERTES.

Dépenses.

Intérêts aux obligataires	fr 164547,50
Primes de remboursement, intérêts sur emprunts et comptes de dépôt	8218,15
Amortissements	83513,95
Balance	158347,98
Total	414627,58



Recettes.

Report de l'exercice 1906	598,09
Solde du compte général d'exploitation de 1907	336195,34
Solde du compte Intérêts et divers	77834,15
Total	414627,58

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur ([1]). — N° 725. *Espagne.* — Mouvement commercial et maritime de la province d'Alicante, en général, et de la ville d'Alicante, en particulier, pendant l'année 1907.

N° 726. *Turquie d'Asie.* — Mouvement commercial et maritime d'Alexandrette pendant l'année 1907.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 20 juillet au 7 août 1908, ces cours ont été :

DATES	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
20 juillet	58 » »	59 15 »
21 »	58 1 3	59 15 »
22 »	58 2 6	60 » »
23 »	58 12 6	60 5 »
24 »	59 2 6	60 10 »
25 »	59 6 3	60 15 »
26 »	59 3 9	60 15 »
27 »	59 5 »	60 15 »
28 »	59 7 6	61 5 »
29 »	60 2 6	61 15 »
3 août	60 » »	62 » »
4 »	60 5 »	62 5 »
5 »	60 7 6	63 » »
6 »	61 7 6	63 10 »
7 »	61 7 6	63 15 »

Nota — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

CONGRÈS.

Congrès international des applications de l'électricité. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes a désigné, pour suivre les travaux du Congrès :

M. Chargueraud, Conseiller d'État, Directeur des Routes, de la Navigation et des Mines;

M. Maurice Levy, Inspecteur général des Ponts et Chaussées;

M. de Préaudeau, Inspecteur général des Ponts et Chaussées;

M. Monmerqué, Ingénieur en chef des Pont et Chaussées;

M. Weiss, Ingénieur en chef des Mines;

M. Leprince-Ringuet, Ingénieur ordinaire des Mines;

M. Ourson, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées;

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie a également désigné :

M. Stapfer, Inspecteur départemental de l'Enseignement technique à Marseille.

Le programme provisoire des réunions et des excursions a été arrêté comme suit :

Dimanche 13 septembre. — *Matin.* Départ de Marseille pour l'usine de la Brillanne-Villeneuve. *Soir.* Visite de l'usine de la Brillanne-Villeneuve. Départ pour Marseille.

Lundi 14 septembre. — *Matin.* Ouverture du Congrès sous la Présidence de M. le Ministre des Travaux publics. Organisation des Sections. Constitution des Bureaux. *Soir.* Visite de l'Exposition. Conférence. Réception.

Mardi 15 septembre. — *Matin.* Travaux de Sections. *Soir.* Visite du Poste d'Allauch et de l'Usine de Tramways. Conférence.

Mercredi 16 septembre. — *Matin.* Travaux de Sections. *Soir.* Visite du Port et de l'Usine de la Compagnie d'Électricité. Conférence.

Jeudi 17 septembre. — *Matin.* Travaux de Sections. *Soir.* Conférence. Banquet.

Vendredi 18 septembre. — *Matin.* Travaux de Sections. *Soir.* Visite de l'Usine électrique de la Compagnie du Gaz. Représentation théâtrale.

Samedi 19 septembre. — *Matin.* Travaux de Sections. Séance de clôture.

Dimanche 20 septembre. — *Matin.* Départ pour Arles. *Soir.* Excursion en Camargue. Départ.

Les adhésions et les demandes de renseignements doivent être adressées au Secrétariat général, 63, boulevard Haussmann, à Paris.

Congrès international du froid. — Nous avons déjà signalé ce Congrès dans le numéro du 15 juillet de cette *Revue.* Un luxueux programme qui vient de nous être adressé nous permet de donner aujourd'hui quelques renseignements complémentaires :

Les travaux du Congrès sont partagés entre six sections. La première section est présidée par M. d'Arsonval, membre de l'Institut; elle a pour vice-présidents : MM. Georges Claude, ingénieur; Dr Thoinot, membre de l'Académie de Médecine; Dr Bordas, professeur suppléant au Collège de France. Parmi les questions qui seront discutées devant cette section quelques-unes intéressent ceux de nos lecteurs qui s'occupent de science pure (actions des basses températures au point de vue physique, chimique et biologique), d'autres pourront intéresser les chefs d'industrie (avantages et inconvénients du froid artificiel appliqué aux locaux habités; ateliers, salles de réunion, etc), d'autres enfin ont un intérêt général (valeur alimentaire des produits réfrigérés et congelés).

La seconde section s'occupe des machines et appareils produisant le froid et des entrepôts frigorifiques. Elle est présidée par M. Léauté, membre de l'Institut, avec, pour vice-présidents, MM. A. Barbier, ingénieur des services administratifs de la Guerre et le Dr Imbeaux, ingénieur en chef de la ville de Nancy.

Les trois sections suivantes s'occupent des applications du froid à l'alimentation, aux diverses industries et aux transports.

La sixième et dernière section est chargée de l'étude de la législation de l'industrie du froid.

Nous ferons connaître, dans un prochain numéro, les programme des travaux du 5 au 10 octobre et celui des trois excursions qui auront lieu à la suite du Congrès.

Les adhésions au Congrès sont reçues au secrétariat général, 10, rue Denis-Poisson, Paris.

([1]) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

ÉCOLES.

École supérieure d'Électricité. — Les élèves dont les noms suivent ont reçu le diplôme d'ingénieur électricien :

MM.	MM.	MM.
Chavet,	Lehmann,	Chaboche,
Cruchon,	Thomas,	Martignat,
Péchard,	Durnerin,	Vente,
Davesne,	Dulieux,	Hardy,
Joyer,	Barthélémy (E.),	Barthélémy (H.),
Claudinot,	Carnot,	Abal,
Deschamps,	Causse,	Dotta,
Farlet,	Van den Eynde,	Sabatier,
Lejeune,	Decker,	Calinaud,
Jarry,	Paget,	Arragon,
Tirefort,	Millien,	Besseige,
Guyau,	Motin,	Clave,
Hacart,	Picard,	Walter,
Rispail,	Lemaire,	Dubranle,
Bock,	Laboureur,	Verjus,
Banti,	Cazanove,	Labeyrie,
Nicol,	Le Bigot,	Nodière,
Brès,	Lafourcade,	Rieter,
Breton,	Flandrin,	Reyss,
Olivier,	Dawant,	Boursy,
Bruni,	Togna,	Gély,
Breil,	Lagout,	Sergot,
Da,	Lafargue,	Le Bunetel,
Boyer,	Lainé,	Hauville,
de Thoisy,	Lisco,	Berger,
Jaffrennou,	Barré,	Malandrin,
du Paty de Clam,	Everlin,	Wendt.
Prual,	Brey,	

Ancien élève : M. Szokalski.

Vétérans : MM. Orain et Briaudet.

Officiers délégués par le Ministère de la Guerre : MM. les capitaines Doizan, Criotet, Gibaud, Redon; le lieutenant Bloch.

Élève-Ingénieur délégué par le Ministère des Postes et Télégraphes : M. Ravut.

Institut électrotechnique de Grenoble. — Les élèves sortants de l'Institut électrotechnique dont les noms suivent ont reçu le diplôme d'Ingénieur électricien (I. E. G.) :

MM. Alayrac, Bourgoin, Fontanez, capitaines d'artillerie, officiers désignés par M. le Ministre de la Guerre, pour suivre les cours de l'Institut électrotechnique;

MM. Arlaud, Baqué, Bardel, Bevengut, Bourgeois, de Boutiny, Bouvier, Brunet, Conil, Expert, Favrit, Fenouillet, Gravier, Puilbaut, Guillaumme, Iakhods, Joly, Labroquère, Laferrère, Leconte, Leyvastre, Miard, de Mijolla, Monnet, Nicolet, Perrin, Petizeau, Royer, Zalenski, Zavitziano, Ceriali, Molinatti, Zuletti, Cluzel.

Les prix créés en faveur des élèves sortants de l'Institut ont été attribués comme il suit :

1° Prix offert par la Chambre de Commerce de Grenoble, décerné à l'élève reçu le premier à l'examen qui termine l'année scolaire : M. Bardel.

2° Prix de la Société pour le développement de l'enseignement technique près l'Université de Grenoble, décerné à l'élève le plus habile en travaux pratiques : MM. Perrin et Joly, *ex æquo*.

3° Prix de la maison Geoffroy et Delore, constructeurs-électriciens à Paris, décerné à l'élève ayant obtenu le diplôme d'ingénieur-électricien avec le n° 1 : M. Bouvier.

4° Prix de la Revue *La Houille blanche* attribuable à l'élève ayant obtenu les meilleurs comptes rendus de stage et de visite d'usines : M. Duffieux.

École pratique d'Électricité industrielle. — Le Jury de sortie de l'École pratique d'Électricité industrielle, 53, rue Belliard (boulevard Ornano), à Paris, présidé par M. *Eugène Sartiaux*, Ingénieur, Chef des Services électriques des Chemins de fer du Nord, et composé de MM. Blondin, Directeur de la *Revue électrique;* Labour, Ingénieur-directeur technique de la Société *L'Éclairage électrique;* Maurice Leblanc, Ingénieur-Conseil des Sociétés Westinghouse; Charles Mildé, Ingénieur-Constructeur; Zetter, Directeur de la Société *Appareillage électrique Grivolas;* Charliat, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur, et des professeurs de l'École, a décerné le diplôme aux élèves dont les noms, par ordre de mérite, sont :

1 Piroelle,	21 Miflier,
2 Rios Cogollos,	22 Mathieu Louis,
3 Sevestre,	23 Gouaux,
4 Fournier Jean,	24 Gevril,
5 Marchand,	25 Lakhovsky,
6 Alliaume,	26 Piault,
7 Gasser,	27 Pingot,
8 Fromenti,	28 Niepokoyczycki,
9 Basset,	29 Delaunay Gaston,
10 Laurent Pierre,	30 Buquet,
11 Thiriet,	31 Rabillon,
12 Thuillier,	32 Grenet,
13 Saudau,	33 Raspiller,
14 Sellier,	34 Bertaud,
15 Triboulin,	35 Alause,
16 Camillerapp,	36 Cazalet-Dances,
17 Pernier,	37 Silvy,
18 Bordes,	38 de Runz,
19 Stremsdœfer,	39 Deville,
20 Beaugrand,	

Le Certificat d'études a en outre été décerné aux élèves :

1 Triboulet,	6 Strzalkowski,
2 Mérenda,	7 Leclerc Charles,
3 Bourdon Antoine,	8 Maillot,
4 Saintard,	9 Robert Gaston.
5 Lanos,	

Tome X. **N° 112. — 30 août 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Ce numéro a un caractère un peu exceptionnel : il a été composé particulièrement pour ceux de nos lecteurs qui assisteront au Congrès international des Applications de l'électricité, qui doit s'ouvrir à Marseille le 12 septembre. Les congressistes pourront ainsi, nous l'espérons du moins, se rendre compte à l'avance de l'ensemble du vaste réseau de transmission et de distribution qui couvre le littoral de la Méditerranée de Montpellier à la frontière italienne et dont ils visiteront un des centres de consommation les plus importants.

Après avoir indiqué sommairement les diverses **usines génératrices alimentant la région méditerranéenne**, nous donnons une description complète de la plus récente des usines hydrauliques de cette région, l'**usine de la Brillanne**, que les congressistes auront l'occasion de visiter le dimanche 12 septembre. Nous eussions voulu y joindre les descriptions de l'usine à vapeur d'Arles, construite par l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen pour secourir la précédente en cas de besoin; de l'usine d'Arenc, à Marseille, appartenant à la Compagnie du Gaz de Marseille; de l'usine de Saint-Giniez, qui alimente les tramways de Marseille; enfin de l'usine du Cap Pinède, récemment construite par la Compagnie d'Électricité de Marseille pour la distribution dans cette ville : usines dont la visite est aussi prévue par le programme du Congrès. Malheureusement, la place et le temps nous ont manqué pour mettre ce projet à exécution. Mais, hâtons-nous de le dire, les congressistes n'y perdront rien, car ils recevront à leur arrivée à Marseille une brochure spécialement tirée à leur intention qui contiendra les descriptions de ces usines.

Comment l'énergie électrique produite dans ces nombreuses usines est transformée, comment elle est distribuée : c'est ce que nous disons dans les divers articles de ce numéro consacrés au **poste de transformation d'Allauch** (p. 147), aux **réseaux de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen** (p. 150), aux réseaux du **Sud-Électrique** (p. 152), etc. Notons toutefois que l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen recherche principalement les gros clients, comme les compagnies de traction ou les compagnies d'éclairage, ces dernières revendant en détail aux particuliers l'énergie électrique qu'elles achètent en gros; elle se borne en somme à s'occuper de la production et de la transmission. Le Sud-Électrique, au contraire, a pour but principal la distribution, aux petits aussi bien qu'aux forts clients, de l'énergie électrique qu'elle achète en gros sous la tension de 13500 volts; il est lui-même client de la première Société. Notons aussi que le Sud-Électrique recherche non seulement la fourniture de l'éclairage et celle de la force motrice pour la traction et pour l'industrie, mais encore la fourniture de la force motrice pour l'agriculture : actionnement des pompes d'irrigation, des machines à battre, des barattes à beurre, etc., emplois encore peu développés, mais qui ne peuvent manquer de s'étendre dans une région où la culture est très variée et très prospère et où le cultivateur, incité par le climat à ménager ses efforts musculaires, hésite moins que partout ailleurs à substituer le travail mécanique au travail de l'homme, dût-il pour cela abandonner une part du résultat de son labeur.

J. Blondin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

SEIZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

SOMMAIRE : Statuts du Syndicat, approuvés par l'Assemblée générale du 10 juillet 1908, p. 122. — Arrêtés organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements, p. 166. — Tableau des cours du cuivre à la Bourse de Londres, p. 168.

Statuts du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Approuvés par l'Assemblée générale du 10 juillet 1908.

TITRE PREMIER.

Formation et objet de la Société. — Dénomination. — Sections professionnelles. — Siège social. — Durée.

ARTICLE PREMIER. — Il est formé, conformément au texte de la loi du 21 mars 1884, entre tous ceux qui adhéreront aux présents statuts, une Société qui prend le nom de « Syndicat professionnel des Industries électriques ».

ART. 2. — Les conditions essentielles d'admission au Syndicat sont :

1° D'être attaché aux industries électriques par sa fabrication, son commerce, sa profession ou ses intérêts;

2° De n'avoir été frappé d'aucune condamnation judiciaire ou déshonorante;

3° De ne pas être en état de faillite ou de suspension de paiements;

4° D'être présenté par deux membres du Syndicat et admis par la Chambre Syndicale à la majorité des deux tiers des membres présents.

Toute demande d'admission comporte, de la part du candidat, engagement de se soumettre aux statuts et règlement intérieur du Syndicat.

ART. 3. — Le Syndicat a pour objet :

1° De se livrer à l'étude et à la défense des intérêts des industries électriques; de veiller à la considération, à la prospérité et au développement de ces industries; de régulariser les rapports et de resserrer les liens de confraternité entre tous ses membres;

2° D'examiner et de présenter toutes réformes et améliorations, toutes mesures économiques ou législatives dont l'expérience aurait démontré la nécessité, et de les soutenir auprès des autorités compétentes et des Pouvoirs publics;

3° D'augmenter la sécurité de l'industrie par des renseignements mutuels;

4° De donner de l'unité aux règles et usages qui existent dans chaque établissement concernant les rapports entre patrons et ouvriers, et de faciliter l'entente entre les uns et les autres;

5° De fournir des arbitres et des experts pour l'examen des questions litigieuses concernant la profession.

ART. 4. — Le Syndicat comprend des établissements industriels adhérents et des adhérents inscrits en leur nom personnel.

Les établissements sont représentés dans le Syndicat par leur chef ou par un associé, administrateur, directeur, chef de service, ingénieur, qui doit satisfaire aux conditions de l'article 2 ci-dessus. Ils peuvent être représentés par plusieurs personnes satisfaisant aux conditions précédentes, dans le cas prévu à l'article 5 ci-après.

ART. 5. — Les établissements adhérents et les adhérents en nom personnel sont répartis entre les sections professionnelles instituées, comme il est dit à l'article 10 ci-après, pour la collaboration de tous les membres du Syndicat aux travaux de la Chambre Syndicale et l'élection de celle-ci.

Les établissements adhérents peuvent faire partie de plusieurs sections s'ils exercent les industries qui correspondent à ces sections, et, en ce cas, ils peuvent avoir un représentant, dans les conditions ci-dessus, pour chacune des sections auxquelles ils sont inscrits.

ART. 6. — Le siège du Syndicat est à Paris.

ART. 7. — Le Syndicat a pris naissance en 1877; sa durée est illimitée.

TITRE II.

Ressources du Syndicat.

ART. 8. — Le Syndicat pourvoit à ses besoins au moyen :

1° D'une cotisation fixe de 24^{fr} par an pour chacun des représentants d'établissements adhérents et chacun des adhérents en nom personnel;

2° De subventions proportionnelles payées par les établissements adhérents en sus de cette cotisation fixe et au prorata du nombre d'employés, ouvriers et aides de chacun d'eux.

Ces subventions seront fixées par délibération de



l'Assemblée générale, d'après un tarif uniforme établi sur la proposition de la Chambre Syndicale et inscrit, en conséquence de cette délibération, au règlement intérieur du Syndicat.

Dans l'application de ce tarif ne seront pas compris les employés ou ouvriers occupés à des travaux étrangers à l'objet du Syndicat.

Les cotisations et subventions sont dues intégralement pour tout adhérent admis dans le courant de l'année sociale qui commence le 1er janvier. Toutefois les adhérents admis après le 1er octobre auront la faculté de ne pas payer la cotisation et la subvention de l'année courante.

3° Des dons et legs qui pourront être faits au Syndicat dans les limites fixées par la loi, des subventions gracieuses et autres ressources éventuelles qui pourront lui être allouées.

TITRE III.

Administration du Syndicat.

ART. 9. — Le Syndicat est administré par une Chambre Syndicale composée de 35 membres au moins et 50 au plus, élus comme il est dit à l'article suivant.

Les membres de la Chambre Syndicale doivent être Français ou naturalisés Français et en pleine possession de leurs droits civils.

ART. 10. — Le nombre et la composition des sections, le nombre des membres devant former la Chambre Syndicale, sous la réserve du minimum et du maximum ci-dessus fixés, seront déterminés par le vote de l'Assemblée générale qui sera tenue, en 1908, à l'effet d'adopter les présentes modifications aux statuts.

Les délibérations ainsi prises par l'Assemblée générales seront inscrites au règlement intérieur du Syndicat. Elles resteront en vigueur tant qu'elles n'auront pas été modifiées par de nouvelles délibérations de l'Assemblée générale prises sur la proposition de la Chambre Syndicale.

Les membres de la Chambre Syndicale sont élus par les sections à raison d'un nombre de représentants déterminé comme suit pour chaque section :

Chaque année, au 1er janvier, les Tableaux des sections seront dressés par la Chambre Syndicale, comme il est spécifié au règlement intérieur.

Le nombre des sièges de la Chambre Syndicale sera réparti entre les sections d'après ces Tableaux, savoir : un tiers au prorata du nombre de représentants d'établissements adhérents ou d'adhérents en nom personnel compris dans chaque section au 1er janvier; deux tiers au prorata du nombre d'employés et d'ouvriers qui, à la même date, donnaient lieu au paiement de la subvention prévue à l'article 8 ci-dessus, pour chaque section concourant à la fournir.

Dans chacune de ces sections, il est attribué pour l'élection :

Une voix supplémentaire à chacun des établissements occupant plus de 50 employés et ouvriers;

Deux voix supplémentaires à chacun des établissements occupant plus de 200 employés et ouvriers.

Le nombre total des voix attribuées dans une même section au même établissement ne peut dépasser trois y compris la voix personnelle du représentant de cet établissement.

A la date fixée par la Chambre Syndicale, chaque section élit ses représentants qui sont installés après la réunion annuelle de l'Assemblée générale.

Les adhérents nouveaux n'entrent en possession de leur droit de vote pour les élections de la Chambre Syndicale que dans l'année qui suit celle de leur admission.

ART. 11. — La Chambre Syndicale sera renouvelée en entier dans le courant de l'année 1909.

Le renouvellement s'effectuera ensuite chaque année par tiers et portera proportionnellement sur les représentants de toutes les sections, l'ordre de sortie entre les représentants de chaque section étant déterminé par tirage au sort. Si le nombre des représentants de certaines sections n'est pas divisible par trois, le sort décidera également de l'ordre dans lequel ces sections auront un ou deux délégués de plus à réélire, de telle manière que les renouvellements soient sensiblement égaux d'une année à l'autre. Le roulement une fois établi, le renouvellement aura lieu par ordre d'ancienneté. Les mêmes règles seront suivies pour l'établissement du roulement entre les membres supplémentaires qui pourront être ultérieurement ajoutés au nombre primitif des membres de la Chambre.

Les membres sortants sont toujours rééligibles.

ART. 12. — En cas de non-acceptation, de décès ou de démission après les élections annuelles, la Chambre Syndicale pourvoit d'office au remplacement du ou des membres dont la ou les places sont devenues vacantes. Elle doit choisir le ou les remplaçants dans les sections dont la représentation se trouve diminuée. Les membres ainsi désignés restent provisoirement en fonctions jusqu'aux élections de l'année suivante. Ils doivent alors être confirmés dans leurs fonctions par les suffrages de la section à laquelle ils appartiennent, et leur mandat prend fin néanmoins à l'époque à laquelle expirait celui du membre qu'ils auront remplacé.

Si le nombre des décès ou démissions réduit d'un tiers au moins le nombre des membres de la Chambre ou des représentants d'une section, toutes les sections dont la représentation se trouve ainsi réduite sont convoquées par le Président de la Chambre Syndicale pour remplacer les manquants.

ART. 13. — La Chambre nomme, dans son sein, un Bureau composé d'un Président, un ou plusieurs Vice-Présidents, un ou plusieurs Secrétaires et un Trésorier. Le Bureau tout entier est renouvelé tous les ans; les membres sortants sont rééligibles; cependant les fonctions de président ne peuvent être exercées par la même personne pendant plus de trois années consécutives.

ART. 14. — Le Président de la Chambre, ou à son défaut le plus ancien Vice-Président, représente la Chambre au regard des tiers.

Les délibérations de la Chambre sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial. Les procès-verbaux, comme les extraits qu'il peut y avoir lieu d'en produire en justice ou ailleurs, sont signés du Président ou d'un Vice-Président et d'un Secrétaire.



ART. 15. — Les anciens Présidents font de droit supplémentairement partie de la Chambre Syndicale, à titre inamovible et honoraire avec voix consultative seulement. Ils peuvent d'ailleurs toujours être réélus par les sections comme membres actifs de la Chambre Syndicale.

ART. 16. — La Chambre ne peut délibérer valablement que si le tiers de ses membres assiste à la séance.

ART. 17. — La Chambre statue sur les admissions, démissions et radiations.

Elle fait exécuter les mesures arrêtées dans les Assemblées générales; examine les propositions et Mémoires qui lui sont adressés; répond, s'il y a lieu, aux demandes formées par les sociétaires; examine et concilie, si faire se peut, les affaires qui sont soumises à son appréciation; désigne ceux des membres du Syndicat qui sont jugés aptes à être présentés aux tribunaux civils ou de commerce pour être inscrits sur la liste des experts ou des arbitres.

ART. 18. — La Chambre Syndicale est investie des pouvoirs les plus étendus pour l'administration du Syndicat.

Elle fixe les dépenses générales de l'Administration, vérifie les mémoires et autorise les payements.

Elle veille à la perception des cotisations et de tous autres revenus du Syndicat; reçoit et a faculté d'accepter tous dons et legs qui sont faits au Syndicat dans les limites fixées par la loi.

Elle détermine l'emploi des fonds disponibles.

Elle autorise tous retraits, transferts et aliénations de fonds, rentes et valeurs appartenant au Syndicat; elle donne toutes quittances.

Elle autorise toutes mainlevées d'opposition ou inscriptions hypothécaires.

Elle autorise toute action judiciaire, tous traités, transactions, compromis.

Elle peut aider à la création de salles de réunion, de bibliothèques et de cours d'instruction professionnelle. Elle autorise les marchés de toute nature, les achats de matériaux, de machines, de terrains et d'immeubles nécessaires au Syndicat; elle autorise, dans le même but, tous achats et ventes d'objets mobiliers.

Elle nomme et révoque tous employés et agents, détermine leurs attributions et fixe leur traitement.

Cette énumération est à titre purement énonciatif et non limitatif.

ART. 19. — La Chambre Syndicale peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs à un ou plusieurs de ses membres.

TITRE IV.

Des assemblées générales.

ART. 20. — L'Assemblée générale est composée de tous les représentants d'établissements adhérents et adhérents en nom personnel.

Elle est convoquée en réunion ordinaire dans le premier trimestre de chaque année.

Elle entend le compte rendu annuel des travaux; approuve les comptes; fixe, pour l'année suivante, les bases de la subvention prévue à l'article 8 ci-dessus; vérifie les résultats des élections par les sections pour le renouvellement de la Chambre; approuve la constitution des réserves que la Chambre Syndicale peut lui proposer de créer et les conditions générales de leur application dans laquelle il doit être tenu compte de l'origine des ressources ayant servi à former ces réserves; statue sur toutes les autres propositions qui lui sont faites par la Chambre Syndicale, après avoir été au préalable inscrites à l'ordre du jour.

Cette Assemblée est présidée par le Président de la Chambre Syndicale ou, en son absence, par l'un des Vice-Présidents ou par tout autre membre de la Chambre, qui, à défaut de l'un ou de l'autre, est désigné par la Chambre.

Les décisions sont prises à la majorité relative des membres présents.

Le scrutin secret est de droit sur la demande de dix membres. Les membres adhérents ayant payé leur cotisation sont seuls admis à voter soit par le dépôt direct de leur vote dans la séance, soit par correspondance.

Des Assemblées générales extraordinaires peuvent être convoquées par le Président, sur l'avis de la Chambre, en limitant l'objet de la réunion.

Les convocations pour les Assemblées générales ordinaires ou extraordinaires doivent être faites au moins dix jours à l'avance et indiquer l'ordre du jour.

TITRE V.

Des démissions et exclusions.

ART. 21. — Tout membre adhérent pourra se retirer du Syndicat quand bon lui semblera, en donnant avis par écrit au Président.

Les membres démissionnaires abandonnent à la caisse du Syndicat les versements qu'ils ont faits.

Il ne peut leur être réclamé, en outre des versements, que la cotisation de l'année courante.

ART. 22. — La Chambre prononce souverainement sur les exclusions et radiations d'adhérents, dans les conditions fixées par le règlement intérieur.

TITRE VI.

Règlement intérieur. — Modifications aux Statuts. — Dépôts.

ART. 23. — La Chambre Syndicale établit, conformément aux statuts, le règlement intérieur du Syndicat.

ART. 24. — Les présents statuts peuvent être modifiés, par une Assemblée générale extraordinaire, sur la proposition de la Chambre Syndicale ou de 60 membres du Syndicat dont 40 au moins, sujets au paiement de la subvention prévue à l'article 8, ayant demandé au Président la convocation de l'Assemblée générale extraordinaire à cet effet. Cette Assemblée ne pourra délibérer valablement que si elle comprend la moitié des membres du Syndicat présents ou votant par correspondance.

Les délibérations y seront prises à la majorité des suffrages exprimés.

ART. 25. — La dissolution peut être proposée et votée dans les mêmes conditions. En cas de dissolution, l'Assemblée générale nomme les liquidateurs, mais en prenant les deux tiers d'entre eux dans les sections



ayant fourni la subvention prévue à l'article 8. Après l'acquittement des charges du Syndicat, elle décide, sur la proposition de ces liquidateurs, l'attribution du surplus de l'actif net disponible.

ART. 26. — Tous pouvoirs sont donnés au porteur d'un exemplaire des présents statuts pour effectuer tous dépôts prescrits par la loi et pour renouveler ces dépôts chaque fois qu'il y aura lieu.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

SEIZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 août 1908.

Membres correspondants.

MM.

SARTORI (Maurice), Électricien, 17, rue du Parc-Montsouris, à Paris, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

VAUFREY (Léon), Mécanicien électricien, 38, rue de la Grande-Tannerie, à Troyes (Aube), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'Électricité à Paris.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSMISSION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Les usines génératrices alimentant la région méditerranéenne. — Le programme du prochain Congrès des Applications de l'électricité prévoyant la visite de plusieurs usines électriques, hydrauliques et à vapeur, nous avons pensé qu'il serait intéressant de donner ici la description de ces usines dont quelques-unes sont tout à fait récentes. Mais, en examinant la question, nous nous sommes trouvé amené à lui donner une plus grande extension. C'est qu'en effet, les installations électriques les plus récentes de Marseille et de la région qui l'avoisine immédiatement ne sont que les conséquences d'un vaste plan d'ensemble conçu dès 1900 par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston et la Société des Grands Travaux de Marseille, et dont la réalisation, aujourd'hui presque complète, a été confiée à une filiale de ces deux sociétés, l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, puis, plus récemment, à une autre filiale, le Sud-Électrique. Aussi, quoique Marseille soit, à n'en pas douter puisqu'il possède la Cannebière, beaucoup plus grand que Paris, il n'est lui-même, au point de vue électrique, qu'un nœud, très important du reste, d'un énorme réseau de distribution qui s'étend le long de la Méditerranée sur une profondeur d'environ 100^{km}, de Montpellier à Vintimille, couvrant ainsi six départements et desservant une population de près de 2 millions d'habitants.

L'alimentation d'un réseau aussi étendu, dont on ne rencontre guère d'exemple équivalent non seulement en France, mais encore dans l'Europe entière, n'était pas sans présenter des difficultés. D'une part, les chutes d'eau susceptibles d'être utilisées sont relativement rares et, en tout cas, ne présentent ni la puissance, ni la multiplicité que l'on rencontre dans d'autres régions. D'autre part, le charbon y fait presque complètement défaut : il doit être importé de l'étranger et son prix est relativement élevé. On ne pouvait donc recourir uniquement ni à des installations hydrauliques, comme en Dauphiné et en Savoie, ni à de puissantes usines à vapeur ou à gaz, comme celles que l'on commence à utiliser dans les régions houillères ou métallurgiques du nord et de l'est de la France. Il fallait, au contraire, combiner usines hydrauliques et usines thermiques en s'attachant à utiliser d'une manière aussi continue que possible toute l'énergie que peuvent fournir les premières et à ne se servir des secondes que comme usines de secours destinées à suppléer à l'insuffisance de la production hydraulique pendant certaines époques de l'année ou certaines heures de la journée. C'est cette combinaison qui a été réalisée, au mieux, semble-t-il, des intérêts des producteurs et des clients, par les deux Sociétés chargées d'appliquer le programme conçu par la Thomson-Houston et les Grands Travaux de Marseille.

Fort heureusement d'ailleurs, l'utilisation des forces motrices hydrauliques s'est trouvée favorisée par un régime spécial des rivières traversant la région. Plusieurs d'entre elles sont, par l'altitude de leurs sources, d'origine glaciaire, et, partant, leurs bassins supérieurs possèdent des réserves de neiges qui, s'accumulant pendant la saison froide pour fondre pendant la saison chaude, empêchent une diminution importante du débit pendant cette dernière saison. Mais, généralement, ces mêmes rivières ont aussi une grande partie de leurs bassins à une altitude modérée, dans une région à climat très tempéré; les précipitations atmosphériques s'y font en hiver sous forme de pluie et, dès lors, augmentent le débit précisément à l'époque où la partie supérieure des bassins ne contribue plus à l'alimentation des cours d'eau.

Les rivières qui possèdent ce double caractère d'une manière très marquée, comme le Var et la Durance, possèdent régulièrement deux étiages, l'un en hiver, l'autre à la fin de l'été ; ces deux étiages sont plus ou moins accentués l'un par rapport à l'autre, mais ils restent toujours relativement abondants; ils ne donnent pas lieu aux pénuries excessives et désastreuses que l'on constate sur certains cours d'eau d'origine purement glaciaire de la région du Dauphiné et durant les étés chauds et secs sur la plupart des cours d'eau de la région du Centre qui ne possèdent, dans les parties hautes de leurs cours, que des réserves tout à fait insuffisantes de neige et de glace.

D'autres rivières, comme le Verdon, la Siagne, le Loup, n'ont qu'un seul étiage régulier, en été ; cependant, certaines années très froides et particulièrement défavorables donnent également lieu à des basses eaux au cours de l'hiver. Quelques-unes, comme l'Argens, qui ont leur bassin tout entier situé à basse altitude, ne donnent lieu qu'à des étiages d'été qui sont très réduits.

Ces différents régimes se combinent donc entre eux d'une manière très heureuse au point de vue de la régularité de la puissance disponible; d'une manière globale, cette puissance atteint son maximum en hiver, qui est précisément la saison de grande consommation, en particulier dans la région de Nice et de Cannes.

Usines hydrauliques. — Il serait certes intéressant de donner, au moins dans ses grands traits, la description des diverses usines qui ont été successivement construites pour utiliser ces ressources hydrauliques. Ce serait en somme retracer l'historique des progrès réalisés dans l'art d'aménager les chutes d'eau et dans la construction du matériel hydraulique et du matériel électrique pendant les dix dernières années; et cette étude rétrospective ne saurait manquer de montrer quelle a été la rapidité de ces progrès. Le temps, la place et aussi la compétence nous font défaut. Bornons-nous donc à signaler l'existence de ces usines, qui pour la plupart ont déjà été décrites dans la presse technique française, et ne faisons exception que pour la plus récente d'entre elles, l'*Usine de la Brillanne*, dont une description détaillée est donnée plus loin.



Fig. 2. — Usine de la Mescla.

La plus ancienne de ces usines est l'*Usine de la Mescla* érigée en 1898 sur le Var (*voir* la carte générale des réseaux donnée en figure 1) par la Société des Forces motrices des Alpes-Maritimes, et rachetée en 1901 par l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Cette usine (*fig.* 2) utilise une chute de 10^{m} de hauteur et dispose d'une puissance hydraulique d'environ 2000 chevaux que trois groupes électrogènes transforment en courants triphasés à la tension de 10000 volts et à la fréquence de 25 périodes.

La seconde usine, par rang d'ancienneté, est l'*Usine du Plan du Var* (*fig.* 3), construite aussi par la Société des Forces motrices des Alpes-Maritimes et établie sur le Var un peu au-dessous de la précédente. Elle comprend six groupes électrogènes de 1000 chevaux; trois sont spécialement affectés à l'alimentation d'une usine d'électrochimie appartenant à la Société La Lonza; les trois autres fournissent des courants triphasés à 10000 volts. Comme l'usine précédente, avec laquelle elle fonctionne généralement en parallèle, cette usine alimente toute la région comprise à l'est du Var et, en particulier, les sous-stations desservant la Compagnie des Tramways de Nice-Littoral, les sous-stations de la Société du Gaz de Nice, de la Société des Bains de mer de Monaco, etc., etc..

La troisième usine est l'*Usine du Loup* (*fig.* 4) qui dispose d'une chute de 250^{m} avec un débit moyen de 1500^{l}, tombant très rarement au-dessous de 1000^{l}; elle renferme quatre groupes électrogènes de 1000 chevaux qui, par des lignes à 10000 volts, desservent Nice et la région à l'ouest du Var, notamment Antibes, Grasse et Cannes.

Ces trois usines, qui constituent le noyau du vaste réseau actuel, présentent quelques particularités fort intéressantes, vu l'époque où elles ont été construites. L'une est l'usage général de servomoteurs, alimentés sous pression de 20 à 25 kg : cm²,

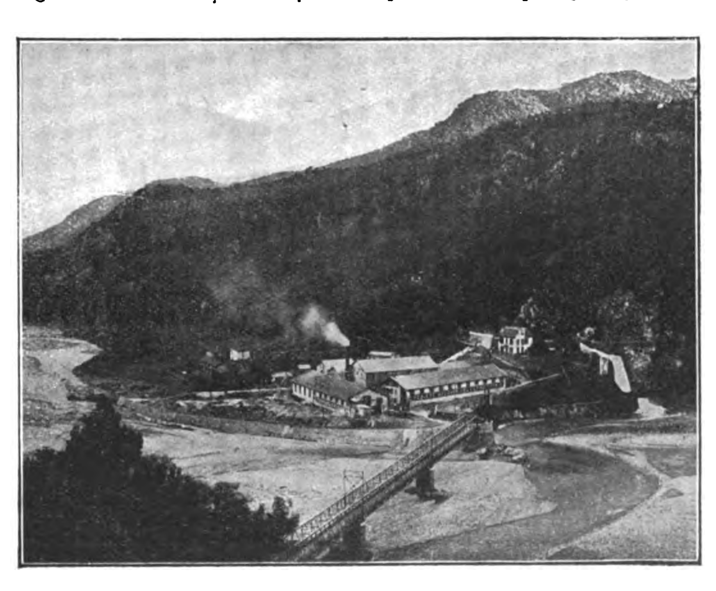


Fig. 3. — Usine du Plan du Var.

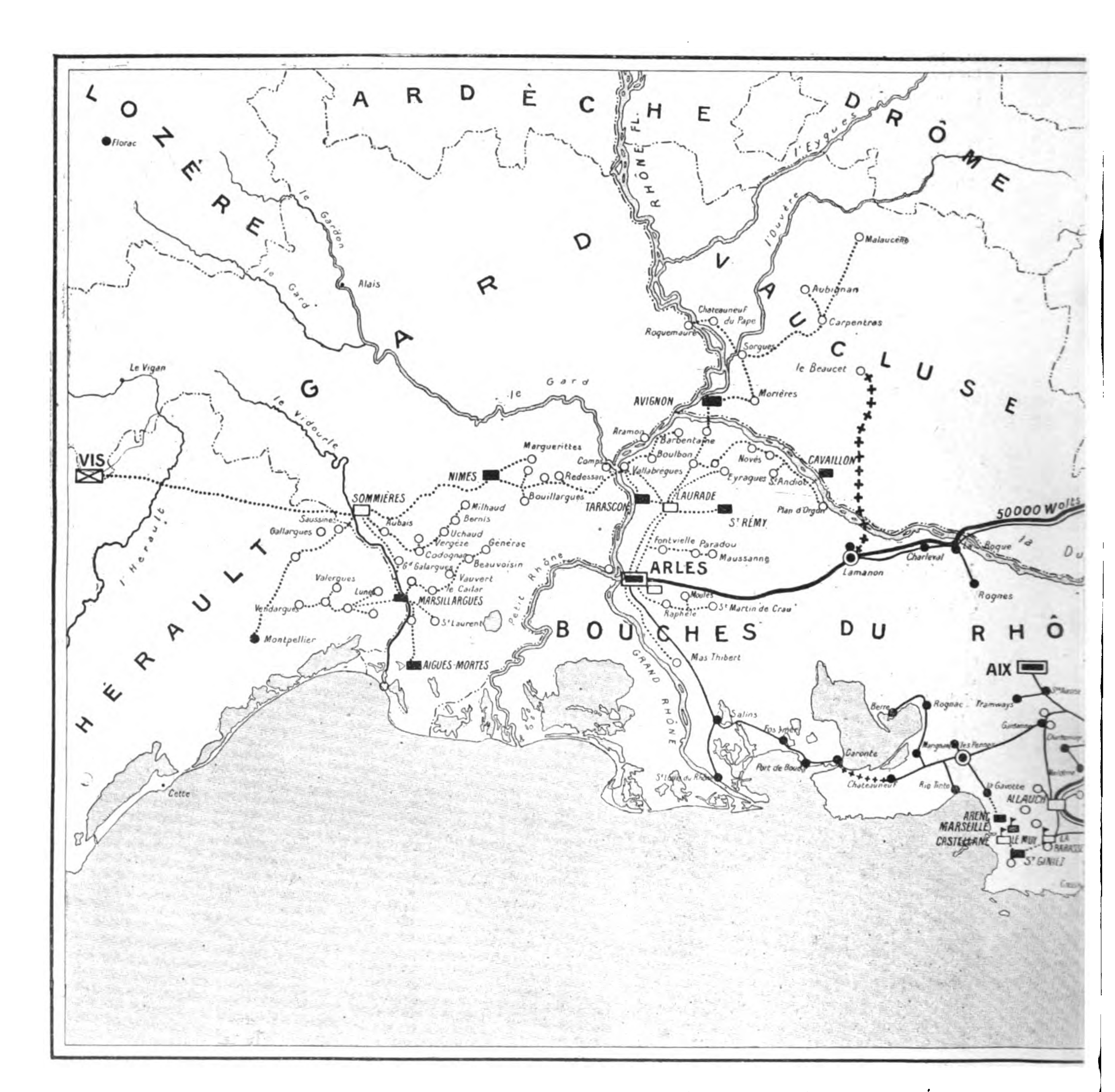
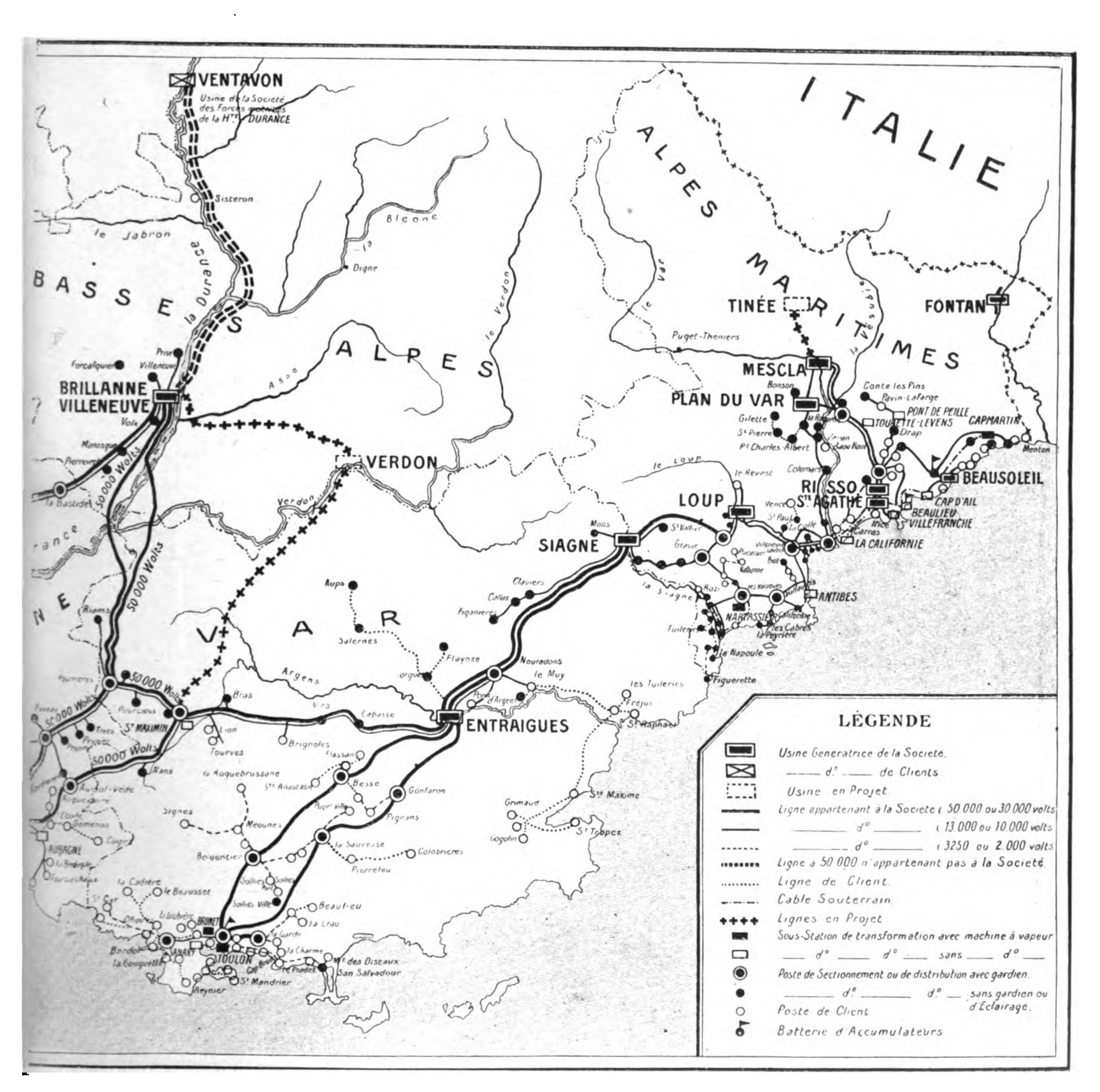


Fig. 1. — Carte des réseaux de l'Énergie électrique du



Littoral méditerranéen et du Sud-Électrique.

tantôt par l'eau de la chute, tantôt par de l'huile comprimée au moyen de pompes spéciales, pour la manœuvre des régulateurs de turbines, régulateurs très sensibles et à action très rapide qui ont permis d'obtenir une parfaite régularité de la vitesse de rotation malgré la faible inertie des parties mobiles. La seconde est l'emploi dans les alternateurs de bobinages faits sur formes et établis directement pour la tension du réseau; malgré cette tension relativement élevée et malgré la violence des orages

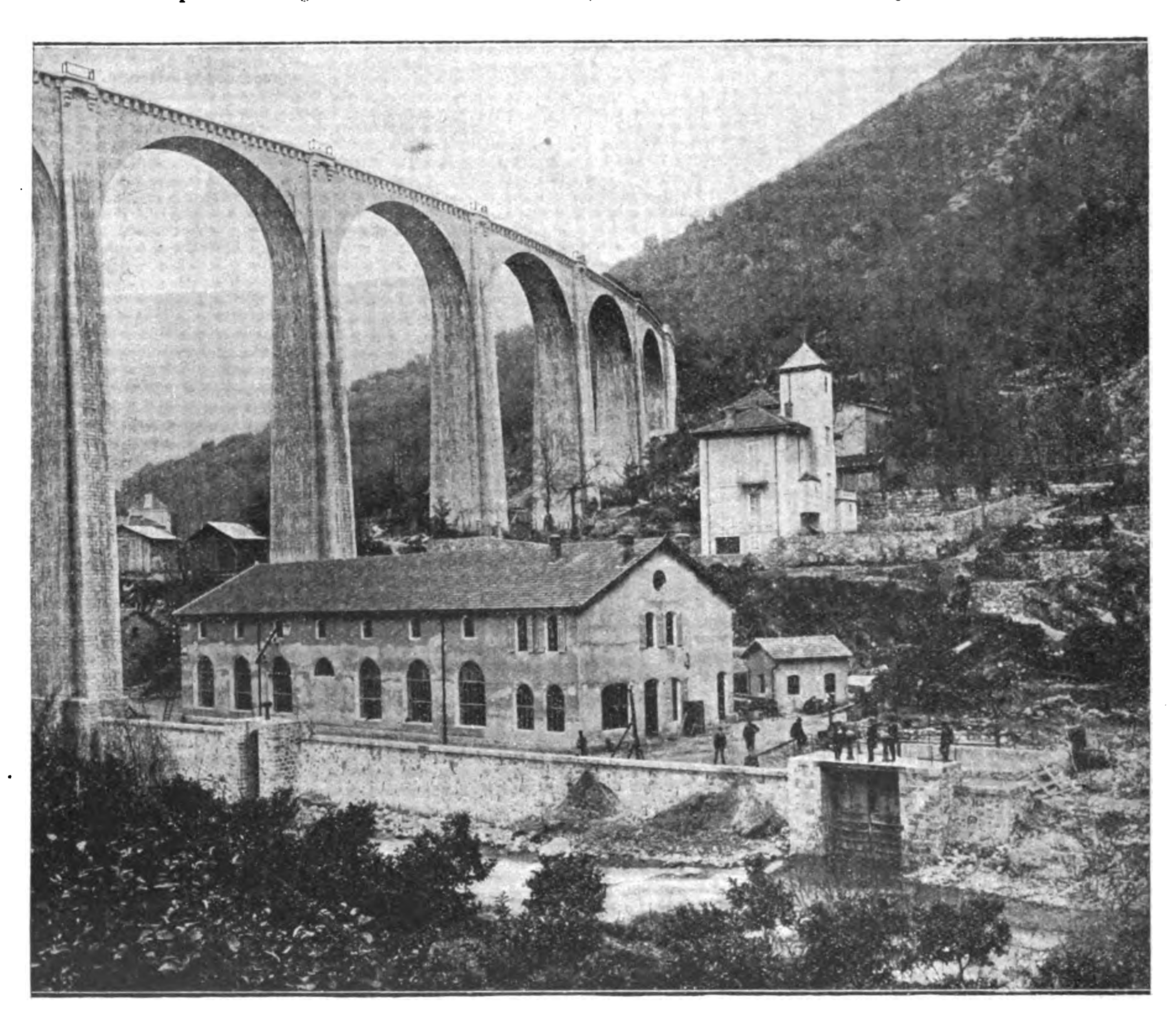


Fig. 4. — Usine du Loup.

dans la région, on n'a eu jusqu'ici à constater qu'un seul accident de bobinage sur toutes les machines en service; et cependant les machines de l'usine de la Mescla eurent à supporter deux épreuves extrêmement dures, car par deux fois l'usine fut envahie par les eaux, les alternateurs étant noyés jusqu'à leur axe : ils purent être remis en service après un simple séchage. Une troisième particularité est l'utilisation pour la première fois en Europe, semble-t-il, d'interrupteurs à huile pour couper les circuits sous pleine charge et pleine tension; enfin le premier emploi de câbles souterrains à 10000 volts qui forment aujourd'hui, dans Nice même et sur le littoral, un réseau de 35^{km} environ.

La construction de l'*Usine d'Entraygues* (*fig.* 5) marque la seconde étape du développement du réseau de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen. Cette usine utilise une cascade naturelle formée par le lit de l'Argens; un barrage établi un peu au-dessus de cette cascade relève d'environ 2^m le plan d'eau et, grâce à la pente très faible de la rivière à l'amont, permet d'emmagasiner plus

de 60000$^{m^3}$ d'eau. Un canal de dérivation de 500^m de longueur suivi d'une conduite en ciment armé de 2^m,90 de diamètre amène 12$^{m^3}$ à 15$^{m^3}$ d'eau par seconde sous une chute de 18^m à 19^m à trois turbines Francis accouplées à des alternateurs triphasés de 700 kilowatts. Ceux-ci sont bobinés pour une tension de 3500 volts et alimentent les lignes de transmission d'énergie par l'intermédiaire de transformateurs élevant la tension à 30000 volts. L'usine génératrice, mise en service en 1904, est

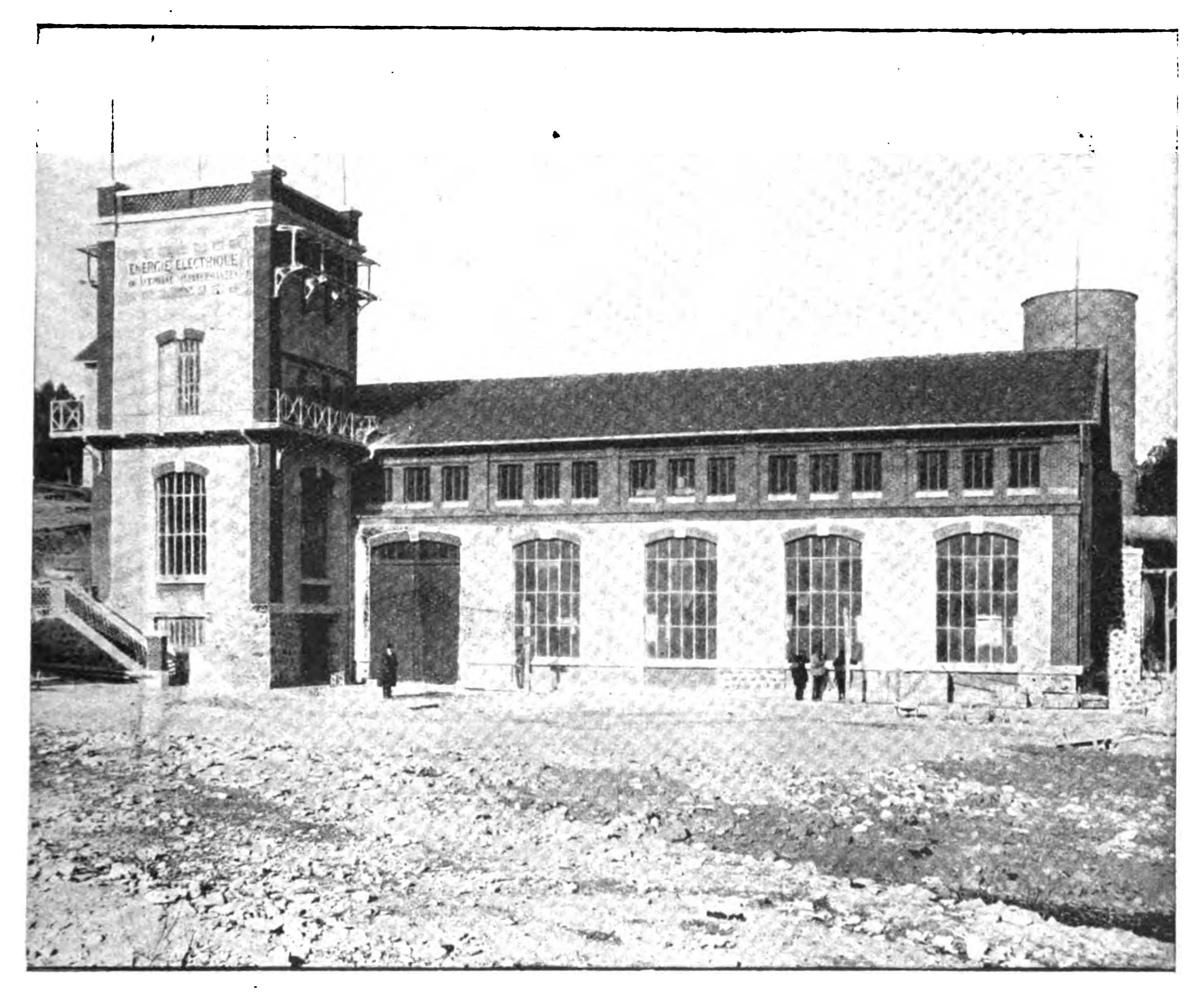


Fig. 5. — Usine d'Entraygues.

complétée par un poste de sectionnement où aboutissent deux lignes à 30000 volts venant de l'usine de la Siagne. Les lignes de départ vont alimenter d'une part la région de Toulon, à environ 60^{km}, et la région de Marseille, à environ 100^{km}. Toutes les lignes sont munies d'interrupteurs à huile commandés du tableau au moyen de servomoteurs électriques.

L'***Usine de la Siagne*** (*fig.* 6 et 7) fut mise en construction dès 1904. Placée entre le groupe des trois premières usines et l'usine d'Entraygues, elle est destinée à venir en aide indifféremment aux unes et aux autres. C'est une usine à haute chute (350^m) disposant d'un débit moyen de 2000 à 2400 l : s et d'un grand réservoir de 20000$^{m^3}$ qui permet d'utiliser au moment des fortes charges un débit de 3000 l : s pour lequel ont été prévus les conduites forcées et le matériel générateur. Celui-ci se compose de quatre groupes électrogènes principaux de 2500 chevaux chacun et de deux groupes de 150 chevaux pour l'excitation des alternateurs et les services auxiliaires; un emplacement est disponible pour un cinquième groupe principal. Tous ces groupes sont commandés par des turbines du type Pelton

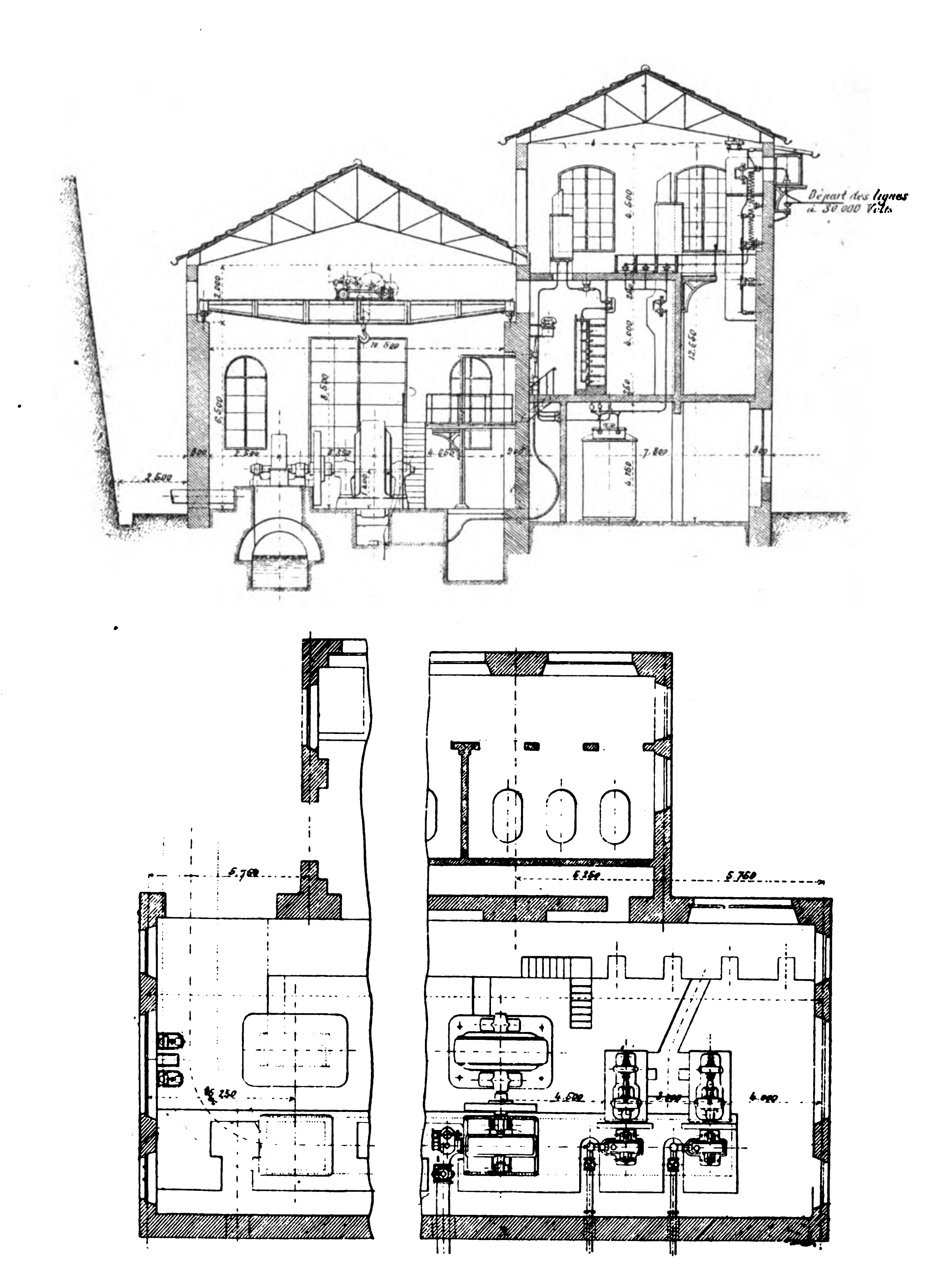


Fig. 6 et 7. — Usine de la Siagne (Coupe transversale et vue en plan).

qui, grâce à divers perfectionnements, ont donné un rendement d'environ 85 pour 100 depuis la pleine charge jusqu'au tiers de charge. Les alternateurs principaux donnent une tension de 11000 volts, de manière à pouvoir alimenter directement la partie la plus voisine du réseau desservi par les trois premières usines hydrauliques. Trois groupes de trois transformateurs monophasés de chacun 750 kilowatts, connectés en triangle sur la tension de 11 000 volts et en étoile sur la haute tension, alimentent à 30000 volts les lignes qui relient cette usine à celle d'Entraygues. Ces transformateurs sont du type à bain d'huile avec refroidissement par circulation d'eau dans un serpentin logé à la partie supérieure de l'appareil. Les interrupteurs placés sur les circuits primaires et secondaires sont commandés du tableau par servomoteurs électriques. L'usine a été mise en service au milieu de 1906; son courant est envoyé jusqu'à Marseille, à une distance de plus de 150^{km}. La figure 8 donne le schéma des circuits électriques.

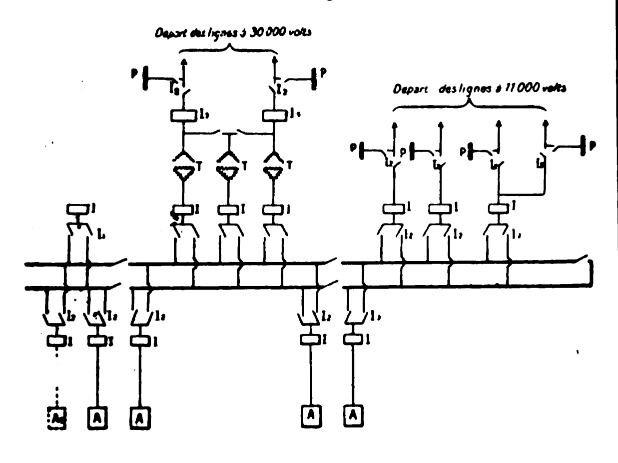


Fig. 8. — Usine de la Siagne. (Schéma des circuits).

A, Alternateur éventuel; A_1, Alternateurs triphasés; I, Interrupteurs à huile à 11 000 volts; I_1, Interrupteurs à huile à 30000 volts; I_2, Interrupteurs à couteaux à double direction; T, Transformateurs 11 000-30000 volts; P, Parafoudres.

Après cette usine il nous faudrait citer l'*Usine de la Brillanne,* qui sera visitée par les congressistes et dont on trouvera plus loin, ainsi que nous le disions au début, une description détaillée.

L'*Usine de la Vis,* érigée par la Société des Forces motrices de la Vis, est située tout à fait à l'ouest du grand réseau exploité par l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen et par sa filiale, le Sud-Électrique. Elle fournit des courants triphasés à 30000 volts et est principalement destinée à desservir une partie du réseau du Sud-Électrique s'étendant de Montpellier à Arles. Dès sa mise en essais, en juin dernier, elle a été capable d'alimenter la presque totalité de ce réseau pendant près d'une semaine, les lignes de la Brillanne à Arles ayant été mises hors service par un orage: Avignon et Orange se trouvaient ainsi desservies par cette usine située à plus de 100^{km} et 130^{km} de ces centres d'utilisation. Nous donnerons bientôt une description complète de cette nouvelle usine, qui est capable de fournir 5000 kilowatts.

Deux autres usines hydrauliques viendront dans peu de temps apporter leur concours aux usines actuelles; ce sont : l'*usine du Verdon,* que commence à construire l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen sur le Verdon, affluent de la Durance; l'*usine de Ventavon,* utilisant une chute de 52^{m} sur la Durance, que construit actuellement la Société des Forces motrices de la Haute-Durance et dont toute l'énergie (30000 chevaux environ) doit être livrée en bloc à l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, qui se charge de l'exploitation de l'usine.

Enfin il nous faut signaler que le Sud-Électrique se propose d'installer à la partie septentrionale de son réseau, à Bollène, près de Pont-Saint-Esprit, un important poste de transformation alimenté soit par les chutes du cours supérieur de la Durance, soit par celles du Dauphiné.

Et pour être complet il nous faut mentionner encore la petite *usine de Fontan,* située près de la frontière italienne et qui, d'ailleurs, n'alimente qu'un réseau local.

Les diverses usines hydrauliques actuellement en service permettent de disposer d'une puissance moyenne de près de 40000 chevaux ainsi répartis :

La Mescla............	2000	chevaux.
Plan du Var.........	3000	»
Le Loup.............	3000	»
Entraygues...........	2000	»
La Siagne............	8000	»
La Brillanne.........	14000	»
La Vis..............	6000	»

Avec l'usine de Ventavon (20 000 chevaux), et celle du Verdon et les droits qu'elle a acquis sur diverses chutes, c'est une puissance de plus de 120 000 chevaux dont pourront disposer à un moment donné l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen et le Sud-Électrique.

Usines a vapeur. — Aux sept usines hydrauliques actuellement en service il a fallu, ainsi que nous l'avons dit, adjoindre des usines à vapeur de secours venant en aide aux premières aux moments des fortes charges.

L'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, d'une part, le Sud-Électrique, d'autre part, ayant été amenés à racheter un assez grand nombre d'entreprises locales, se trouvent de ce fait en pos-

4...

session des usines à vapeur qui desservaient autrefois ces entreprises. Il serait donc sans intérêt de signaler toutes ces usines, dont quelques-unes, mal situées ou pourvues d'un matériel trop ancien, ne sont plus utilisées même comme usines de secours. Citons seulement parmi ces usines : l'usine de la Compagnie des Tramways de Nice, à Sainte-Agathe (2000 chevaux); l'usine de Monte-Carlo (1900 chevaux); les usines du Brunet et de la Loubière, dans le Var (1800 chevaux); l'usine de la Compagnie des Tramways de Marseille à Saint-Giniez (8000 chevaux); enfin, les usines d'Aigues-Mortes (*fig.* 9), Marsillargues (*fig.* 10), Cette, Montpellier, Avignon, etc., reprises par le Sud-Électrique et dontla puissance totale est d'environ 6000 chevaux.

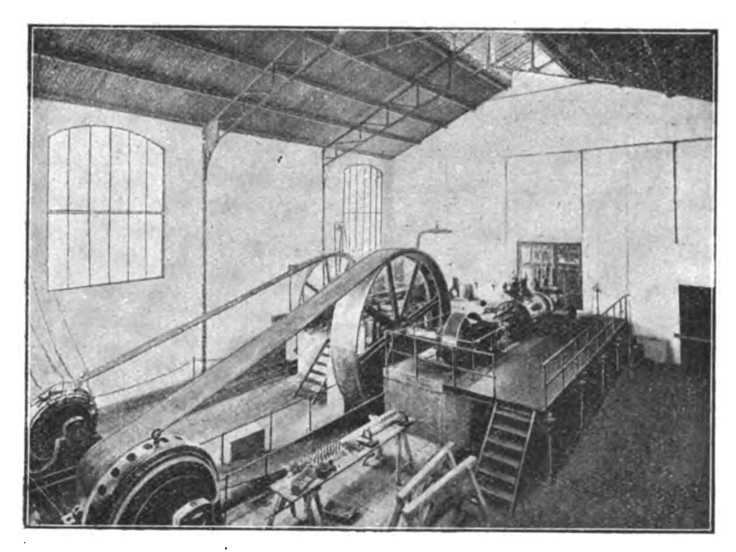


Fig. 9. — Usine d'Aigues-Mortes.

Toutefois, ces usines à vapeur, plus ou moins anciennes, ne pouvant assurer dans des conditions suffisamment économiques le service qui leur était demandé, l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen s'est vue dans l'obligation soit de créer de nouvelles usines, soit de s'assurer une fourniture d'énergie par de grandes usines modernes, soit enfin d'installer des groupes électrogènes de grande puissance dans les usines déja existantes.

La première usine de ce genre fut l'*usine du Risso*, construite, après accord avec la Compagnie du Gaz de Nice, sur les terrains dont cette Compagnie disposait dans le voisinage de son usine à gaz, boulevard Risso. Cette usine contient trois groupes électrogènes (*fig.* 11) de 1500 chevaux environ, formés de turbines Curtis et d'alternateurs à axe vertical, fournissant des courants triphasés à 10 000 volts. Elle fonctionne en parallèle avec les usines hydrauliques de la Mescla, de Plan du Var et du Loup; mais ce fonctionnement est limité aux mois d'hiver et pendant les pointes; aussi, malgré sa puissance, ne fournit-elle qu'une faible partie de l'énergie dépensée annuellement sur le réseau : ainsi, en 1905, elle n'a produit que 1 540 000 kilowatts-heure, alors que les usines hydrauliques en ont fourni 20 160 000.

Une seconde usine du même genre est l'*usine d'Arles*, qui a été mise en service à la fin de l'an dernier et qui renferme trois groupes turbo-alternateurs Curtis de 1500 chevaux.

L'*usine de la Compagnie du Gaz de Marseille*, appartenant à la Compagnie du Gaz, doit aussi, d'après les accords conclus avec l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, fournir à celle-ci une partie de l'énergie qu'elle produit; elle contient actuellement quatre groupes turbo-alternateurs Curtis de 1500 chevaux; un groupe plus puissant, de 5000 chevaux, est en cours de montage.

Dans l'*usine de Saint-Giniez*, appartenant à la Compagnie des tramways de Marseille, l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen dispose encore de cinq groupes électrogènes de 1500 chevaux auxquels vient d'être adjoint un groupe turbo-alternateur Curtis de même puissance. La visite de ces trois

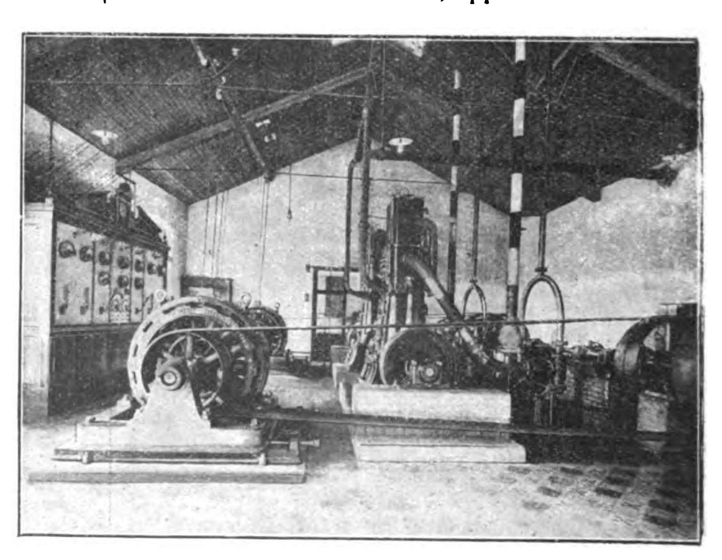


Fig. 10. — Usine de Marsillargues.

dernières usines est portée au programme du Congrès.

Pour donner une idée complète des moyens de production d'énergie électrique dont dispose la région qui nous occupe, il nous faudrait évidemment signaler aussi les usines génératrices appartenant à diverses autres Compagnies ou à des particuliers. Les documents nous manquent pour traiter ce point de la question. Il semble toutefois que ces usines ne sont ni nombreuses, ni importantes, beaucoup

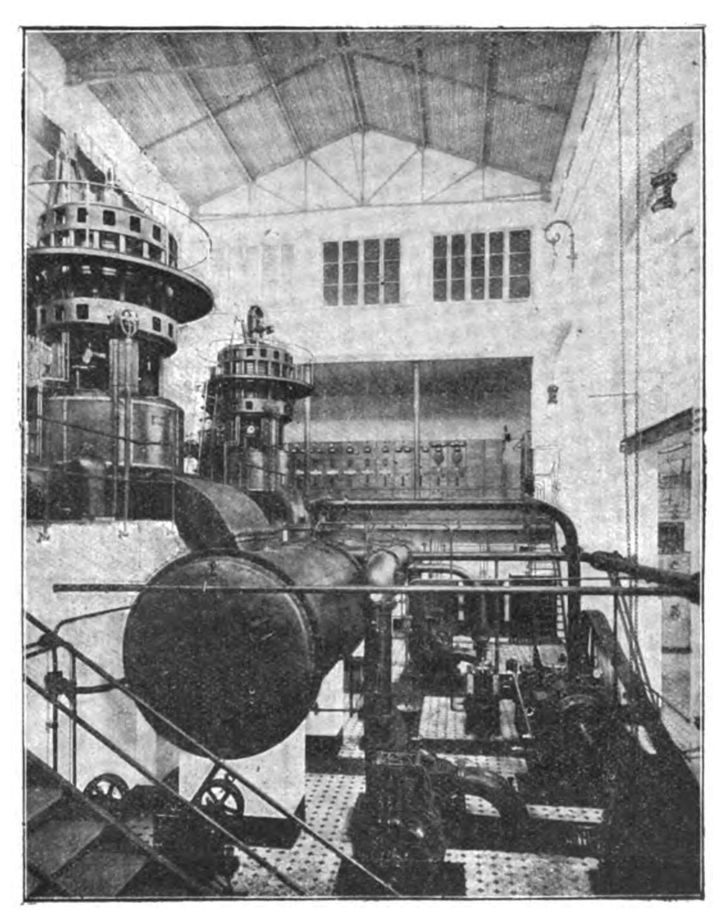


Fig. 11. — Usine du Risso.

de Sociétés et de particuliers ayant cessé de produire eux-mêmes l'énergie électrique pour devenir clients des deux puissantes Sociétés de distribution. Il nous faut citer toutefois comme faisant exception la moderne et puissante *usine de la Compagnie d'Électricité de Marseille*, située au cap Pinède et qui dessert une partie du réseau de distribution urbain de Marseille.

Usine hydro-électrique de la Brillanne (Basses-Alpes). — Cette usine (*fig.* 1), construite par l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, est située au nord de Marseille, à 75^{km} environ à vol d'oiseau, sur la rive gauche de la Durance, un peu en amont de la petite gare d'embranchement de Volx et tout à côté de la ligne de Marseille à Grenoble. Avec un débit de 45 à 55 m^3 : s et une hauteur de chute moyenne de $23^m,50$ elle fournit une puissance d'environ 12000 chevaux qui est transmise sous forme de courants triphasés à 50000 volts à deux postes de transformation établis, l'un à Allauch, dans le voisinage de Marseille, l'autre dans l'usine de secours à vapeur récemment érigée à Arles. Elle a été mise en service régulier en décembre dernier.

Installations hydrauliques. — Dans la partie moyenne de son cours la Durance présente deux étiages bien caractérisés : l'un à la fin de l'été, provenant de l'épuisement des réserves de neige dans les hautes régions où la rivière prend sa source, l'autre au milieu de l'hiver quand la rigueur du froid dans les parties élevées du bassin tarit les sources glaciaires. A l'endroit où est établie la prise d'eau les débits aux

deux étiages sont à peu près égaux : 60 m³ : s environ avec minima assez rares de 40 à 45 m³ : s. Deux décrets autorisent l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen à prélever un débit d'au moins 40 m³ : s aux abords du canal d'irrigation dit de la Brillanne, existant antérieurement, avec obligation, pour le moment, de ramener l'eau à la Durance à l'endroit où celle-ci reçoit la rivière le Largue.

La chute ainsi concédée est d'environ 38ᵐ en eaux d'étiage et s'étend sur une longueur d'à peu près 10ᵏᵐ de rivière. Toutefois, en raison de l'emplacement choisi pour l'usine, qui est située notablement en amont du confluent du Largue et de la Durance, la hauteur de chute disponible n'est, comme il est dit plus haut, que de 23ᵐ, 50.

Les ouvrages hydrauliques ont été exécutés par la

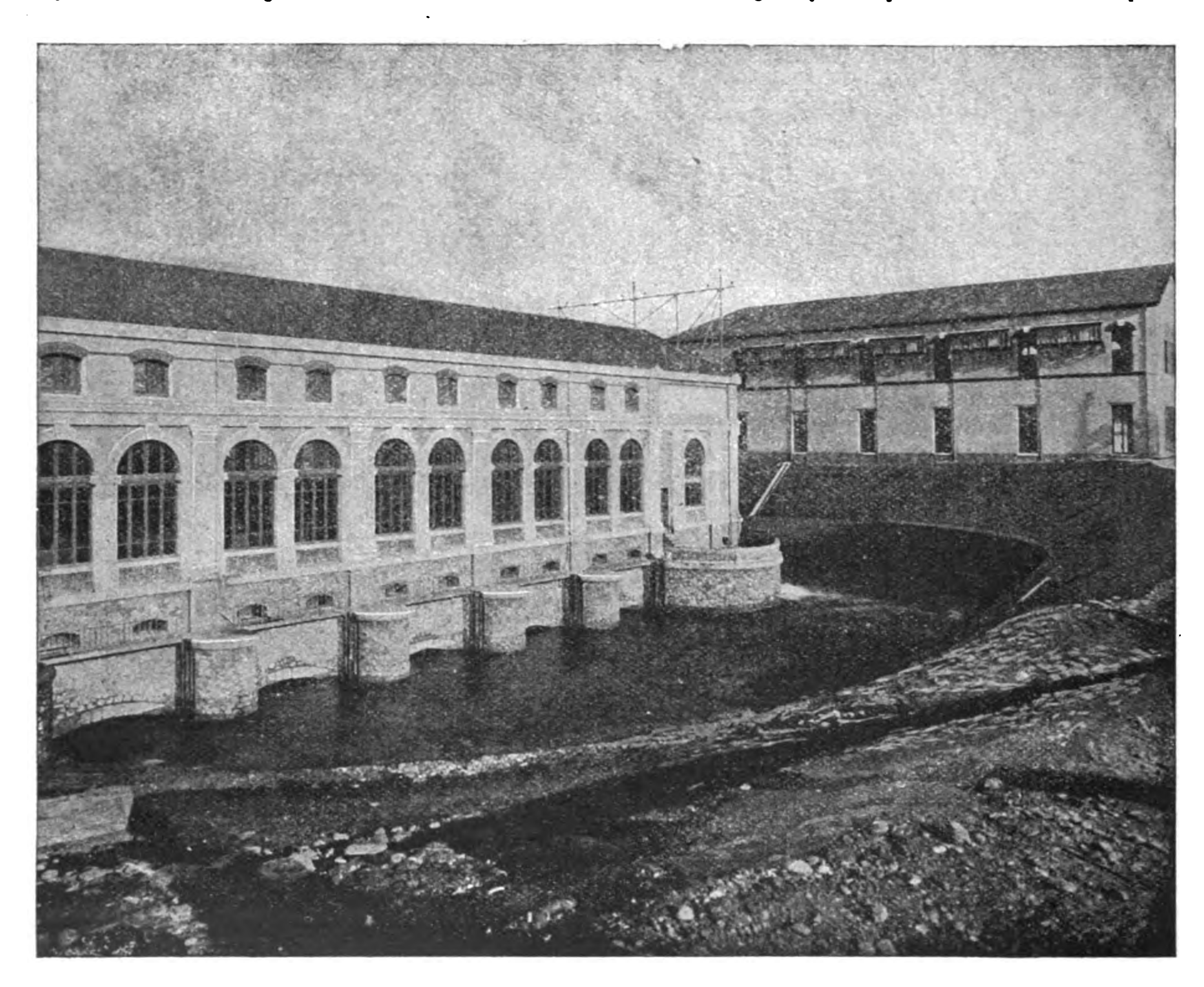


Fig. 1. — Vue extérieure de l'usine de la Brillanne et du bâtiment des transformateurs et des départs des lignes.

Société des Grands Travaux de Marseille, qui a été également chargée de la construction des bâtiments de l'usine : l'ensemble de ces ouvrages, situés sur les communes de la Brillanne et de Villeneuve, est représenté sur la figure 2.

Prise d'eau. — La prise d'eau, établie à 1600ᵐ en amont du pont d'Oraison, au pied d'une falaise rocheuse contre laquelle viennent naturellement battre les eaux de la rivière, ne comporte aucun ouvrage permanent en travers du lit de celle-ci Elle est constituée par un barrage partiel formant un V très ouvert (*fig.* 3), percé de quatre pertuis de 10ᵐ de largeur dont les seuils sont arasés à 1ᵐ,50 au-dessous du niveau de l'étiage. Le niveau de l'eau dans l'avant-canal faisant suite aux pertuis laisse disponible à l'étiage une chute d'environ 1ᵐ destinée à déterminer un débit de 60 m³ : s. Dans le cas où cette dénivellation se montrerait insuffisante, ou si la Durance creusait son lit, le seuil des pertuis pourrait être dérasé de 1ᵐ et le plan d'eau dans l'avant-canal abaissé encore de 0ᵐ,90 à 1ᵐ, sans gêner le fonctionnement du canal d'amenée dont le débit ne serait pas diminué. D'autre part, les seuils des pertuis peuvent être

surélevés au moyen de vannes garde-graviers, formées chacune de deux éléments de 1m de hauteur, qui sont successivement descendus au moment des crues.

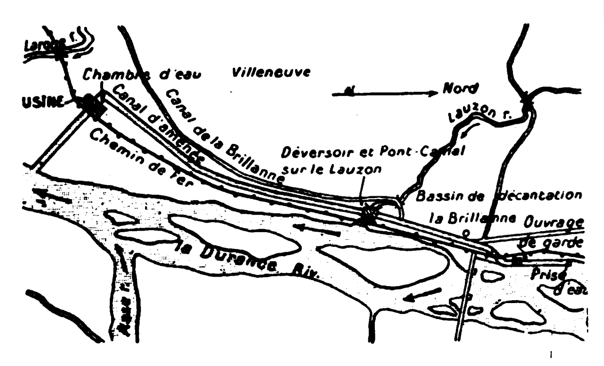


Fig. 2. — Plan d'ensemble des ouvrages hydrauliques.

Avant-canal. — L'avant-canal a environ 670m de longueur. Il est limité du côté de la berge par un mur de soutènement (*fig.* 3) et du côté de la rivière par un mur submersible en temps de crues dans lequel on a réservé deux prises latérales normalement fermées par des barrages à poutrelles. Sur les premiers 250m sa largeur est de 43m et il forme, dans cette partie, une vaste chambre à graviers; deux ponts roulants munis de dragues, de 22m de longueur, prenant appui d'une part sur l'un des murs latéraux, d'autre part sur une digue construite suivant l'axe du canal, permettent d'enlever les graviers; ces ponts roulants et leurs dragues sont actionnés par des courants triphasés fournis par l'usine. Au delà de la chambre à graviers la largeur de l'avant-canal diminue, sans toutefois descendre au-dessous de 20m, jusqu'au déversoir régulateur déchargeant à la Durance l'excédent des eaux captées. En face le déversoir se trouve l'origine d'un ancien canal d'irrigation dit canal de la Brillanne.

Ouvrage de garde et de réglage. — Cet ouvrage se compose de quatre pertuis voûtés de 3m de largeur, fermés par de puissantes vannes métalliques dont la manœuvre se fait d'une plate-forme arasée à plus de 1m au-dessus des plus hautes eaux connues.

Canal d'amenée. — Le canal d'amenée a une longueur totale d'environ 6600m depuis l'ouvrage de garde jus-

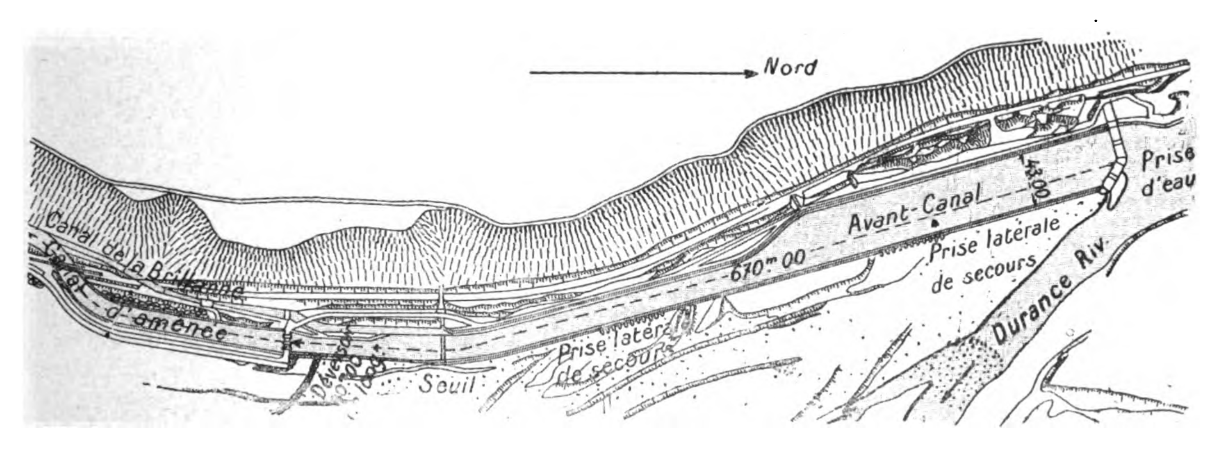


Fig. 3. — Plan de l'origine de la dérivation.

qu'à la chambre d'eau de l'usine, une largeur moyenne de 10m et un tirant d'eau de 3m; il est entièrement maçonné avec enduits lisses et possède une pente de 0m,35 par kilomètre.

Sur les 200 premiers mètres, le canal est situé dans le lit majeur de la Durance et protégé par une digue insubmersible; il passe ensuite sous la ligne du chemin de fer par un pont biais en maçonnerie à deux travées; puis, abrité contre les crues de la Durance par la chaussée de la voie ferrée, il se développe sur 1300m au pied de la falaise rocheuse en poudingue qu'il traverse ensuite au moyen de deux tunnels accolés ayant chacun 5m d'ouverture et 53m de longueur pour déboucher dans le réservoir du Lauzon. Un peu avant ce réservoir, le canal d'irrigation de la Brillanne, dont le canal d'amenée a pris l'emplacement, se détache sur la droite, dérivant un débit de 4 m³ : s sur le débit normal de 64 m³ : s du canal d'amenée.

Réservoir du Lauzon. — Ce réservoir, dont la capacité est de 40000m³ et la surface de 12000m², se trouve sur la rive gauche du Lauzon. Un barrage de 220m de longueur, entièrement fondé et encastré aux deux extrémités dans le poudingue, ferme le bassin du ravin et constitue par sa crête submersible un second déversoir régulateur. Des vannes de fond permettent de rejeter dans le Lauzon, et de là dans la Durance, les matières solides qui pourront être amenées jusque-là et qui se déposeront par suite du ralentissement du courant. Une digue, coupant le réservoir, continue le canal d'amenée et permet de mettre à sec le réservoir, pour les opérations de vidange et d'enlèvement des apports, sans que l'amenée de l'eau à l'usine soit interrompue.

A sa sortie du réservoir, le canal d'amenée traverse le Lauzon au moyen d'une bâche en ciment armée de cinq travées de 7m de portée chacune, continue à flanc de coteau et arrive à la chambre d'eau.

4....

Chambre d'eau et déversoir. — Cette chambre, qui présente une superficie d'environ 8000^{m^2}, est divisée en deux parties par une grille de 200^{m^2} de surface utile (*fig.* 4). La partie amont est munie d'un troisième déversoir de 100^m de long et de trois vannes de fond pour la vidange des vases et le nettoyage du pied de la grille.

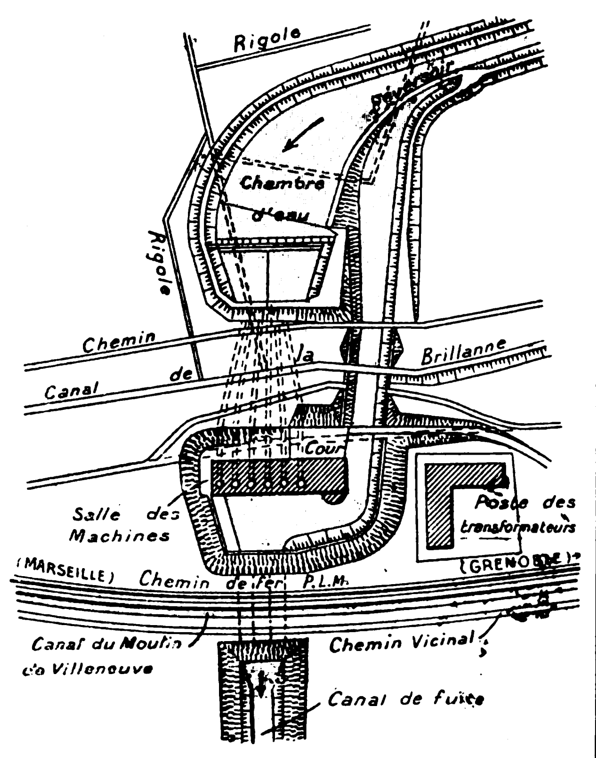


Fig. 4. — Plan des abords de l'usine.

Conduites forcées. — Dans la partie aval de la chambre d'eau se trouvent les orifices des six conduites métalliques qui amènent l'eau à l'usine. Cinq d'entre elles, de $2^m,70$ de diamètre intérieur, desservent les groupes électrogènes principaux; la sixième, de $1^m,20$ de diamètre intérieur, alimente les turbines des excitatrices et des machines auxiliaires.

Canal de fuite. — Le canal de fuite s'étend sur 1025^m depuis l'usine jusqu'à la berge de la Durance. Il a une section trapézoïdale, avec $9^m,50$ de largeur à plafond, $2^m,50$ de tirant d'eau normal, des talus à 45° et une pente de $0^m,50$ par kilomètre.

Au sortir des turbines, les eaux arrivent dans une vaste chambre creusée en déblai; elles traversent ensuite la voie du chemin de fer, ainsi que les chemins et canaux accolés, au moyen de deux tunnels parallèles de 50^m de longueur, et arrivent dans le canal de fuite dont le débouché en Durance est protégé par deux digues latérales insubmersibles et défendu contre les crues par des blocs artificiels et des revêtements maçonnés.

Le canal de fuite est prolongé jusqu'au bras principal de la Durance au moyen d'un chenal de 250^m à 300^m dragué dans les graviers du lit majeur.

Usine génératrice. — L'usine génératrice (*fig.* 5 à 7) est située entre le pied de la terrasse sur laquelle se trouve la chambre d'eau et la voie du chemin de fer Marseille-Grenoble à laquelle elle est raccordée par un embranchement. Elle comprend un bâtiment principal de 61^m de long et $15^m,5$ de large renfermant la machinerie électrique et le tableau, et un bâtiment voisin, formé de deux corps à angle droit contenant les transformateurs élévateurs de tension et les départs des lignes à 50000 volts. Les deux bâtiments sont réunis par un passage couvert traversant le canal de fuite du déversoir de la chambre d'eau. Dans la salle des machines se trouve un pont roulant de 25 tonnes, avec $15^m,50$ de portée; dans un atelier annexé au bâtiment des transformateurs est un autre pont roulant de 12 tonnes avec 6^m de portée. Toute l'installation électrique a été faite par la Compagnie française Thomson-Houston; le matériel hydraulique a été fourni par la maison Escher Wyss, de Zurich.

Turbines et accessoires. — Toutes les turbines, au nombre de huit, sont du système Francis à axe horizontal, avec deux roues motrices symétriques de manière à équilibrer les poussées sur l'arbre.

Les cinq turbines principales développent, à la vitesse angulaire de 250 t : m, une puissance effective de 3500 chevaux sous une hauteur de chute utile de 22^m et avec un débit de 15,2 m^3 : s. Chacune d'elles est reliée à l'alternateur correspondant au moyen d'un accouplement rigide. Elles sont munies de tous les appareils de contrôle et de réglage nécessaires : tachymètres, manomètres donnant la pression de l'eau à l'amont de la turbine, indicateur du vide dans le tuyau d'aspiration, régulateur avec servomoteur à huile sous pression de 25 kg : cm^2 commandant le vannage. La vitesse angulaire moyenne de régime ne doit pas varier de plus de 10 t : m; elle peut, du reste, être modifiée à la main depuis 240 jusqu'à 260 t : m; cette modification peut aussi être effectuée au tableau au moyen d'un dispositif de commande par relais et moteur série. La variation momentanée de la vitesse angulaire, en cas de variation pratiquement instantanée de la charge, ne dépasse pas 3 pour 100 pour une variation de charge de 25 pour 100 et 6 pour 100 pour une variation de charge de 50 pour 100; le régulateur ramène progressivement la turbine à sa vitesse de régime.

Les trois turbines auxiliaires développent, à la vitesse angulaire de 500 t : m, une puissance effective de 350 chevaux, sous une hauteur de chute utile de 22^m avec un débit de 1,32 m^3 : s. Elles sont directement reliées au moyen de manchons d'accouplement : la première à un groupe de deux dynamos à courant continu de 200 et 50 kilowatts, la deuxième à un alternateur de 250 kilovolts-ampères, la troisième à un groupe de deux dynamos de 200 et 50 kilowatts ainsi qu'à un alternateur de 250 kilovolts-ampères. Ces turbines sont munies des mêmes appareils de contrôle et satisfont aux mêmes conditions de régulation que les turbines principales.

La machinerie hydraulique comprend en outre deux roues Pelton de 24 chevaux chacune, fonctionnant sous une chute de 16^m et actionnant deux paires de pompes à huile débitant 120 l : m sous la pression de 25 kg : cm^2 pour l'alimentation des servomoteurs des vannages.

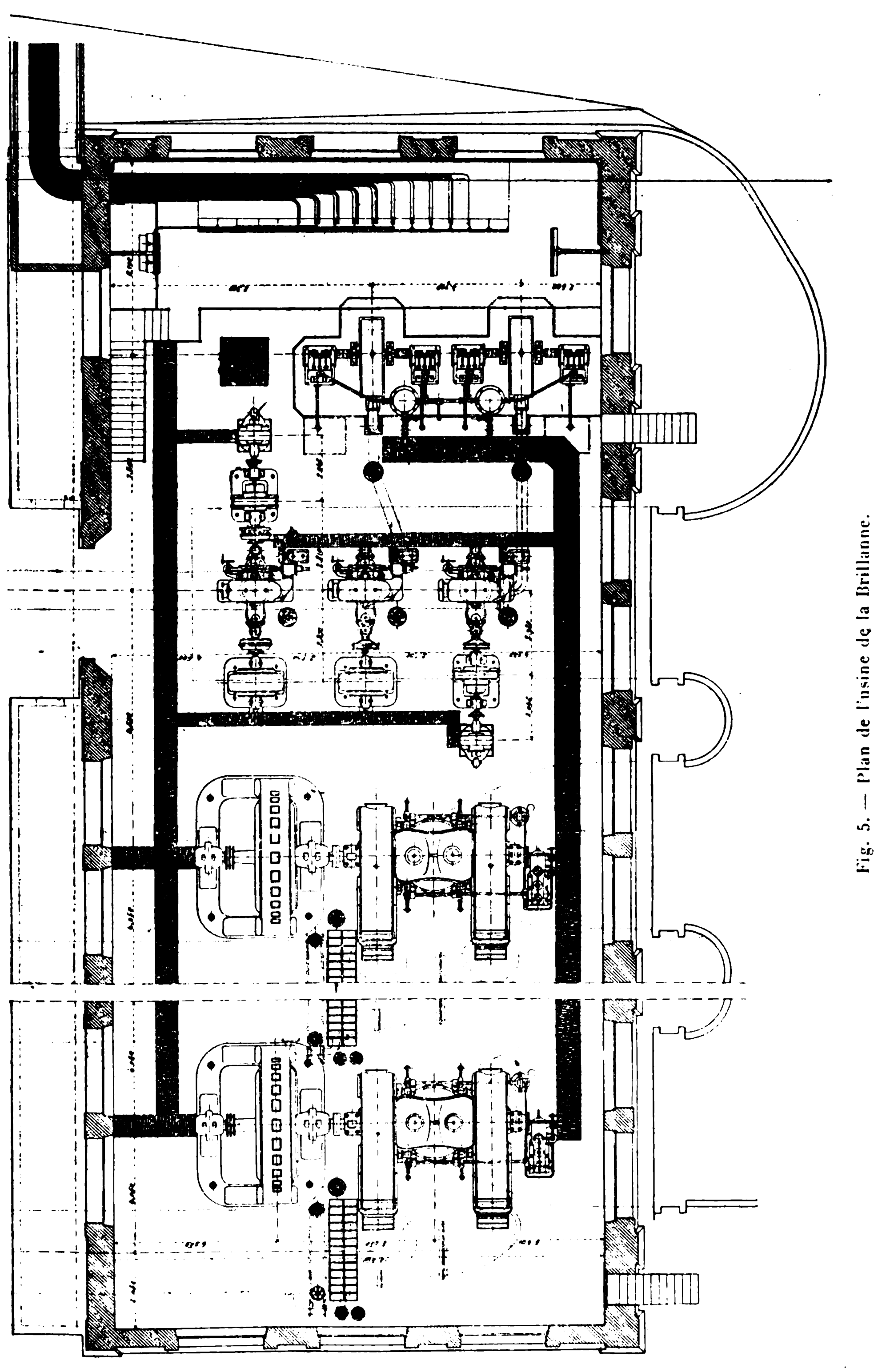


Fig. 5. — Plan de l'usine de la Brillanne.

Alternateurs et excitatrices. — Les cinq alternateurs principaux ont une puissance individuelle de 3000 kilovolts-ampères et, tournant à 250 t : m, débitent à la fréquence 25 p : s des courants triphasés à la tension de 7000 à 7500 volts entre phases, cette dernière tension de 7500 volts pouvant être obtenue à pleine charge; leurs inducteurs sont alimentés sous 115 volts par les deux dynamos compound de 200 kilowatts, une seule de ces machines suffisant d'ailleurs pour le service des cinq alternateurs.

Les deux dynamos de 50 kilowatts placées en bout d'arbre des excitatrices fournissent du courant sous tension variable de 100 à 150 volts pour divers services accessoires de l'usine.

Les deux alternateurs de 250 kilovolts-ampères signalés plus haut sont destinés à l'éclairage des villages environnant l'usine; ils fournissent des courants triphasés sous la tension de 13 500 volts et à la fréquence 25 p : s.

Transformateurs. — Les transformateurs élévateurs

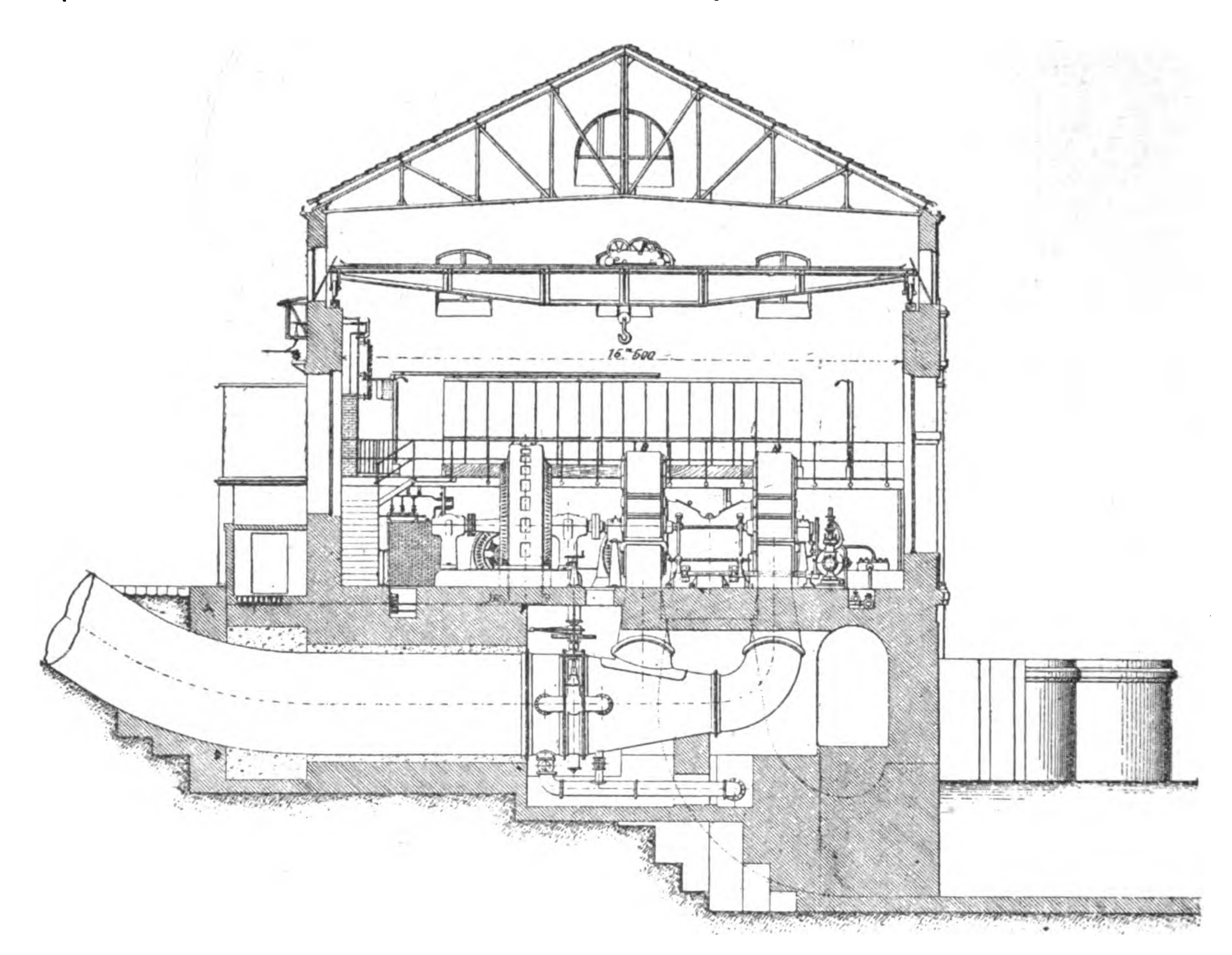


Fig. 6. — Coupe par l'axe d'un tuyau d'amenée de l'usine de la Brillanne.

de tension, ainsi d'ailleurs que tout l'appareillage de l'ensemble, sont logés dans l'une des ailes du bâtiment annexe de l'usine (*fig.* 8 et 9); c'est là une particularité qu'on retrouve à l'usine à vapeur d'Arles et à l'usine hydro-électrique de Ventavon, et qu'a seul pu permettre l'emploi généralisé d'interrupteurs à commande à distance.

Quinze transformateurs monophasés de 900 kilowatts, groupés par trois dans des cellules (*fig.* 10 et 11), sont disposés au rez-de-chaussée. Ces transformateurs sont à bain d'huile refroidi par un courant d'eau; chacun d'eux est muni d'un dispositif thermométrique qui signale toute élévation anormale de température. Reliés en triangle au primaire et au secondaire, ils élèvent la tension de 7500 à 30 000 volts; reliés en triangle au primaire et en étoile au secondaire, ils élèvent la tension à 52 000 volts.

Au moyen de câbles passant dans une galerie reliant la salle des groupes électrogènes au bâtiment des transformateurs, chaque alternateur envoie les courants triphasés à 7500 volts soit directement au groupe de transformateurs qui lui correspond, soit à trois barres

omnibus munies d'interrupteurs qui permettent d'alimenter l'un quelconque des groupes de transformateurs par n'importe quel alternateur.

Le courant de chacun des cinq groupes de transformateurs peut être envoyé dans l'une ou l'autre de deux séries de barres omnibus à 50 000 volts établies en fil

Fig. 7. — Vue intérieure de l'usine de la Brillanne.

de cuivre nu de 10^{mm} de diamètre. Chaque barre est disposée horizontalement sur des isolateurs en porcelaine à triple cloche d'un modèle spécial, et séparée de sa voisine par une longue dalle en ciment sur laquelle reposent les isolateurs. Ces barres omnibus s'étendent sur toute la longueur du rez-de-chaussée des deux

4.....

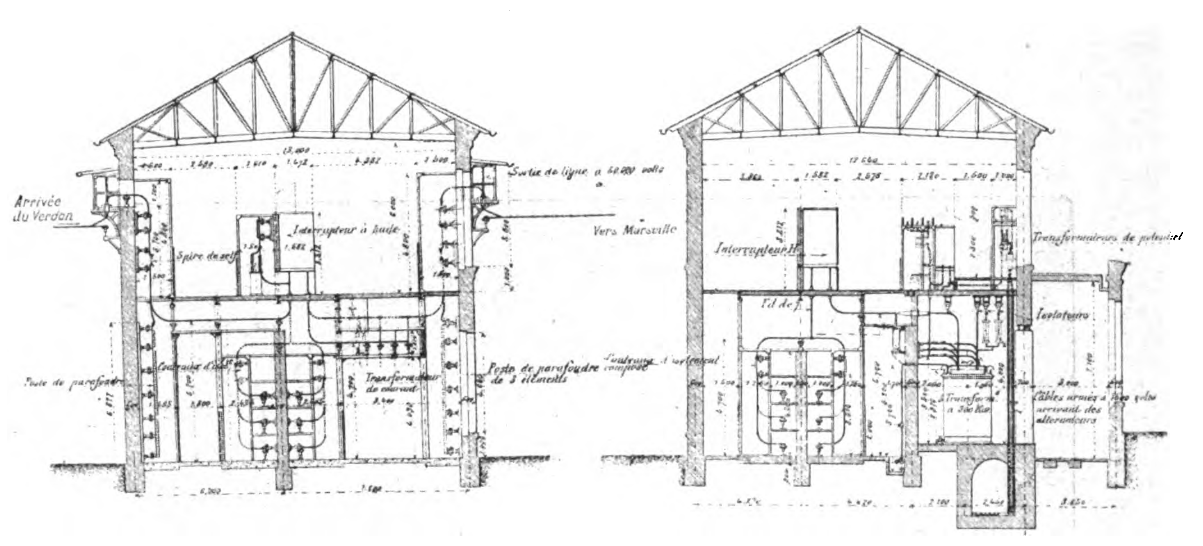


Fig. 8. — Coupe de l'aile du bâtiment annexe contenant les arrivées et les départs des lignes à 50 000 volts.

Fig. 9. — Coupe de l'aile du bâtiment annexe contenant les transformateurs.

Fig. 10. — Plan du rez-de-chaussée de l'aile contenant les transformateurs.

ailes du bâtiment annexe (*fig*. 8 et 9); à l'étage supérieur sont placés les interrupteurs qui permettent de les connecter soit aux transformateurs, soit aux lignes de départ, soit enfin aux lignes d'arrivée des usines du

Fig. 11. — Vue d'une cellule de transformateurs.

Verdon et de Ventavon, lesquelles doivent, dans l'avenir, fonctionner en parallèle avec l'usine de la Brillanne.

La figure 14 représente schématiquement l'ensemble de ces diverses connexions; chaque ligne triphasée y est indiquée par un simple trait.



Interrupteurs. — Les interrupteurs des circuits à 7500 et à 50000 volts (*fig.* 12) sont tripolaires, à double rupture dans l'huile et à phases séparées par des cloisons en briques. Ils sont commandés par un moteur à

Fig. 12. — Vue des interrupteurs à 50000 volts.

courant continu au moyen d'engrenages et d'un système de leviers articulés transformant le mouvement de rotation du moteur en un mouvement rectiligne transmis aux tiges métalliques qui établissent ou rompent et

circuit triphasé à haute tension; des ressorts puissants assurent d'ailleurs l'ouverture brusque de l'appareil en évitant tout amorçage d'arc et permettent ainsi de couper facilement, à pleine charge, une ligne transmettant 10000 kilowatts sous 50000 volts. Le moteur électrique est mis en marche par la simple fermeture d'un petit commutateur à double direction placé sur le tableau général de distribution; des lampes de couleur indiquent à chaque instant si l'interrupteur est ouvert ou fermé; enfin des relais, réglables à volonté, font déclencher les interrupteurs lorsque le courant qui les traverse devient dangereux. Une batterie d'accumulateurs de 60 éléments de 300 ampères-heure sert spécialement à l'alimentation des relais, des moteurs d'interrupteurs ainsi d'ailleurs qu'à celle des moteurs des régulateurs des turbines.

Parafoudres. — En dérivation sur les lignes de départ et d'arrivée sont montés des parafoudres Wirt constitués chacun par 20 éléments. Ces parafoudres, qui occupent une grande hauteur, sont disposés le long d'un des murs de l'aile du bâtiment annexe contenant les arrivées et les départs de lignes. Ils sont réunis aux lignes au moyen d'interrupteurs à couteaux à deux lames, disposés de manière à pouvoir isoler une ligne, soit des parafoudres, soit de l'usine, soit simultanément des parafoudres et de l'usine.

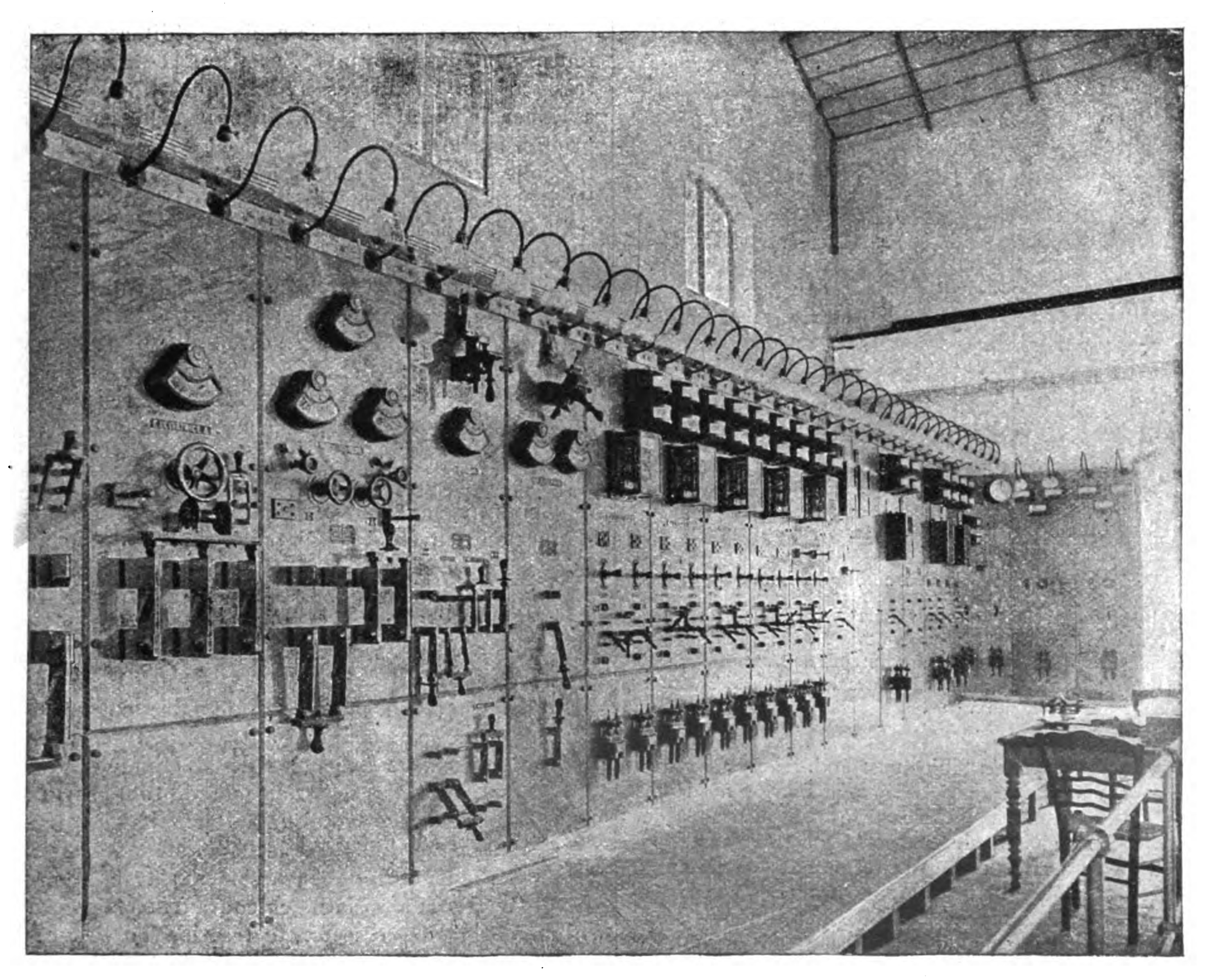


Fig. 13. — Vue du tableau général de distribution.

Tableau général de distribution. — Ce tableau (*fig.* 13), placé au fond de la salle des machines, comporte un assez grand nombre de panneaux respectivement affectés aux alternateurs, aux excitatrices, aux services accessoires de l'usine, à la commande des interrupteurs. Un tableau spécial est affecté aux alternateurs de 250 kilovolts-ampères; il comprend deux panneaux d'alternateurs et un panneau pour les départs des lignes à 13 500 volts.

Nous avons dit que le fonctionnement des interrupteurs commandés du tableau est indiqué sur celui-ci par des avertisseurs lumineux. Le fonctionnement des interrupteurs de sectionnement manœuvrés à main est aussi indiqué au tableau de la même façon, de telle

sorte que toute chance d'erreur ou de fausse manœuvre soit réduite au minimum.

Le réglage de la vitesse des turbines se fait aussi du tableau au moyen de petits moteurs électriques agissant sur les régulateurs des turbines.

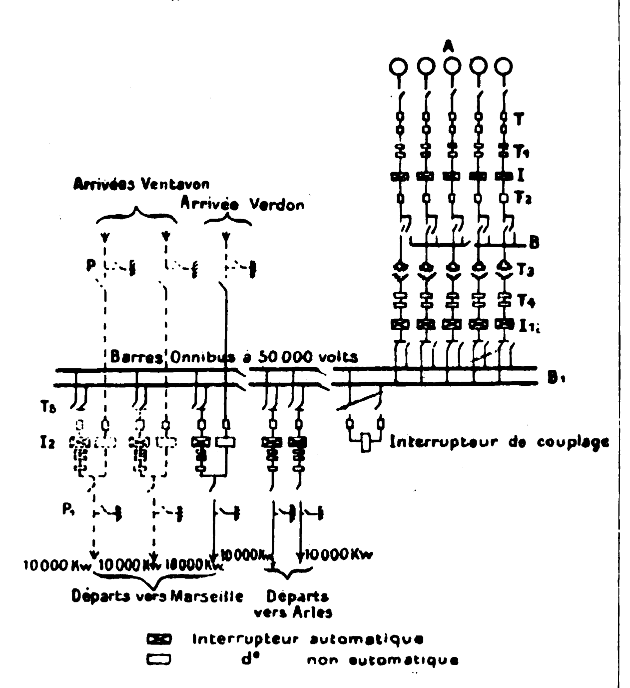


Fig. 14. — Schéma de l'ensemble des connexions.

A, Alternateurs 7500 volts; B, barres omnibus 7500 volts; B_1, barres omnibus 50000 volts; I_1, I_2, interrupteurs 50000 volts; T, T_2, T_5, transformateurs de potentiel 7500 à 100 volts; T_1, T_4, T_6, transformateurs de courants; T_3, transformateurs principaux.

Sur la passerelle du tableau est établi un intéressant appareil réglant automatiquement la tension au départ des lignes d'Allauch et Arles d'après la puissance demandée dans chacun de ces postes de transformation. A cet effet, au moyen de transformateurs de potentiel et de transformateurs de courants branchés sur le départ de la ligne à régler et d'un appareil appelé *compensateur*, on crée un circuit à basse tension qui, au point de vue de la distribution du potentiel, n'est autre que l'image à très petite échelle de la ligne de transmission intéressée : tous les éléments de la ligne réelle qui influent sur sa distribution du potentiel sont ainsi reproduits, avec leurs phases et leurs amplitudes relatives, dans la ligne artificielle. De cette manière, la tension à l'extrémité de cette dernière a une valeur constamment proportionnelle à la tension à l'extrémité de la ligne réelle. Un régulateur de tension, placé à l'extrémité de la ligne artificielle, permettra donc de régler la tension de la ligne réelle. Le régulateur utilisé est du système Thury double; il produit le réglage indépendant et simultané de la tension sur chacune des séries de barres omnibus à 50000 volts alimentant les départs des lignes, en agissant automatiquement sur un rhéostat en série sur le circuit d'excitation de l'alternateur ou des alternateurs connectés à chaque série des barres omnibus.

SOUS-STATIONS DE TRANSFORMATION.

Les sous-stations et postes de transformation desservant la région méditerranéenne. — Ainsi qu'on l'a vu dans le précédent article, les usines génératrices alimentant la région méditerranéenne fournissent des courants de nature et de tensions très variées. Les usines hydrauliques appartenant à l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen produisent des courants triphasés à 25 p:s sous des tensions de 10000, 13500, 30000 et 50000 volts; l'usine de la Vis fournit également des courants triphasés, mais à la fréquence de 50 p:s et sous la tension de 30000 volts; l'usine à vapeur d'Arles, située à la limite des deux grands réseaux de distribution de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen et du Sud-Électrique, possède des alternateurs à 25 et à 50 p:s donnant, après transformation, des courants à des tensions de 13500 et 50000 volts; les usines à vapeur de secours, autrefois utilisées uniquement pour le service de la traction, sont naturellement équipées pour donner du courant continu sous 600 volts; enfin les usines anciennes ou nouvelles, desservant des réseaux locaux d'éclairage et de petite force motrice, produisent du courant continu à basse tension ou des courants alternatifs à la fréquence de 25 ou 50 p:s et sous des tensions relativement basses, mais très diverses.

Pour permettre, d'une part, de faire passer les charges d'une usine sur une autre et, d'autre part, pour satisfaire les exigences de la clientèle, il a fallu effectuer des transformations de toute sorte : transformation de courants alternatifs de fréquence 25 en courants alternatifs de même tension, mais de fréquence 50, et inversement; transformation de courants alternatifs en courant continu pour l'alimentation des réseaux de traction ou des réseaux d'éclairage locaux; enfin simple transformation de tensions de courants alternatifs.

On trouve donc dans la région méditerranéenne tous les types de dispositifs de transformation connus : transformateurs de fréquence, comme dans l'usine d'Arles, commutatrices dans la plupart des usines ou sous-stations desservant les réseaux de traction; groupes moteurs-générateurs de divers modèles dans quelques autres; enfin, un peu partout, des transformateurs statiques abaisseurs de tension.

Dans les descriptions que nous donnerons ultérieurement de quelques postes de transformation, on verra comment sont utilisés la plupart de ces dispo-

sitifs. Pour aujourd'hui bornons-nous au poste d'Allauch.

Poste de transformation d'Allauch (Bouches-du-Rhône). — Ce poste, établi à Allauch, à 6^{km} environ au nord de Marseille, reçoit des courants triphasés à 50000 volts qui lui sont amenés par deux lignes distinctes venant de l'usine de la Brillanne. Ces courants y sont transformés en courants triphasés à 13500 volts pour alimenter diverses lignes secondaires aboutissant : aux usines d'assainissement de la Ville de Marseille, à Castellane, à Aubagne, à la Bédoule et Cassis, à Gardanne et Aix-en-Provence, etc. Ce poste alimente également une ligne secondaire à 13500 volts placée sur les mêmes poteaux que l'une des lignes de 50000 volts, qui plus tard aboutira à l'usine de la Brillanne où elle se trouvera encore alimentée, à cette extrémité, par les alternateurs à 13500 volts de cette usine; cette ligne sert à assurer le service de distribution régionale.

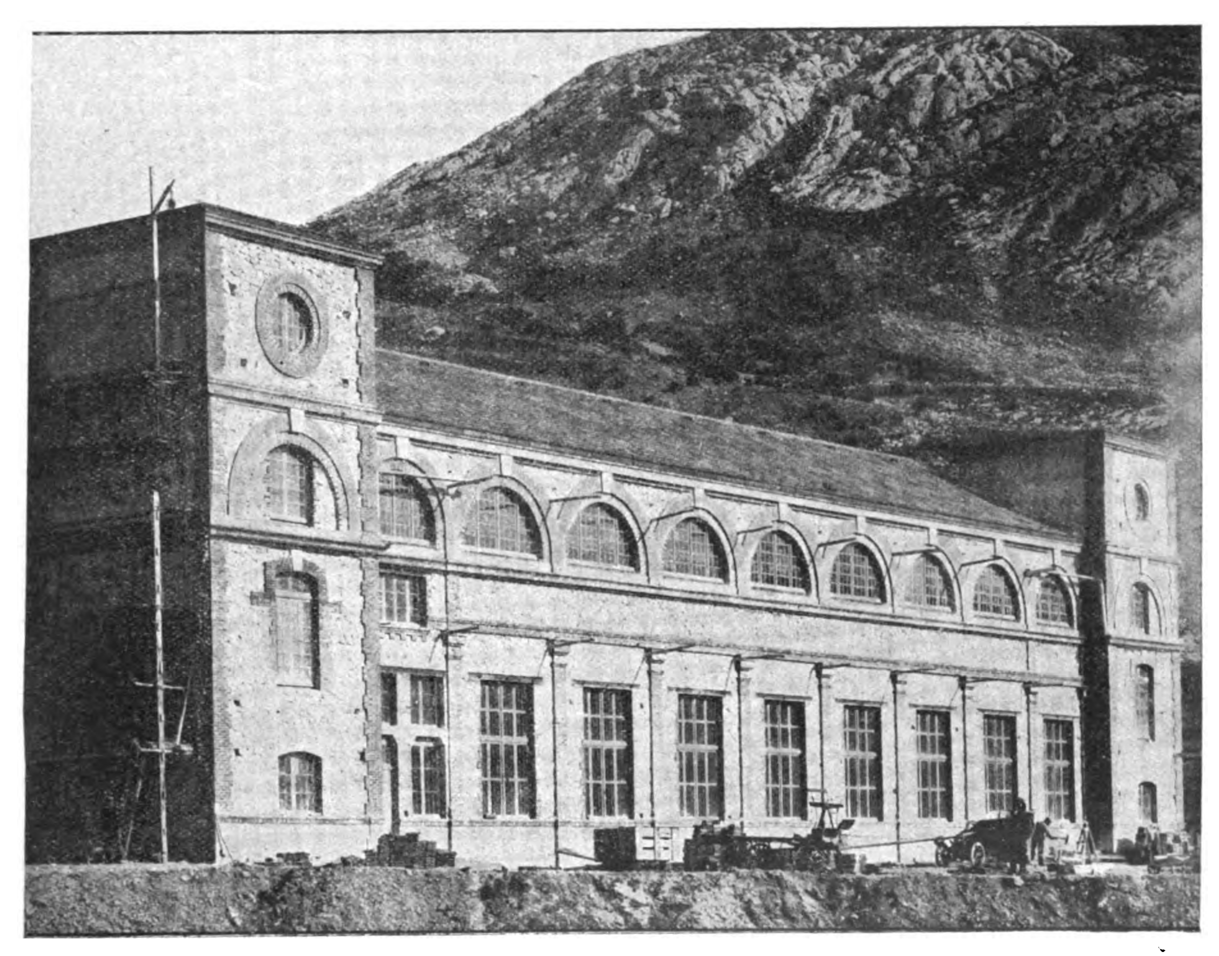


Fig. 1. — Vue extérieure du poste d'Allauch.

Description du poste. — Le poste d'Allauch (*fig.* 1 à 3) est un vaste bâtiment d'environ 33^{m} de long sur 15^{m} de large, flanqué de deux tours par lesquelles pénètrent les lignes d'amenée à 50000 volts. Dans ces tours sont placés des parafoudres Wirt identiques à ceux de l'usine de la Brillanne.

Au rez-de-chaussée sont disposés quatre groupes de trois transformateurs monophasés de 1000 kilowatts dont les primaires sont reliés en étoile et les secondaires en triangle. Le courant leur est amené par des barres omnibus placées au premier étage et des interrupteurs à huile placés, également au premier étage, mais qui sont manœuvrés à distance. Le courant secondaire à 13500 volts est envoyé, au moyen d'interrupteurs à huile, sur une double série de barres omnibus séparées les unes des autres par des dalles de ciment et disposées au rez-de-chaussée dans une salle séparée de celle des transformateurs. Ces barres forment des boucles fermées, et en face des niches de connexions avec les transformateurs se trouvent les niches de connexions des lignes de dé-

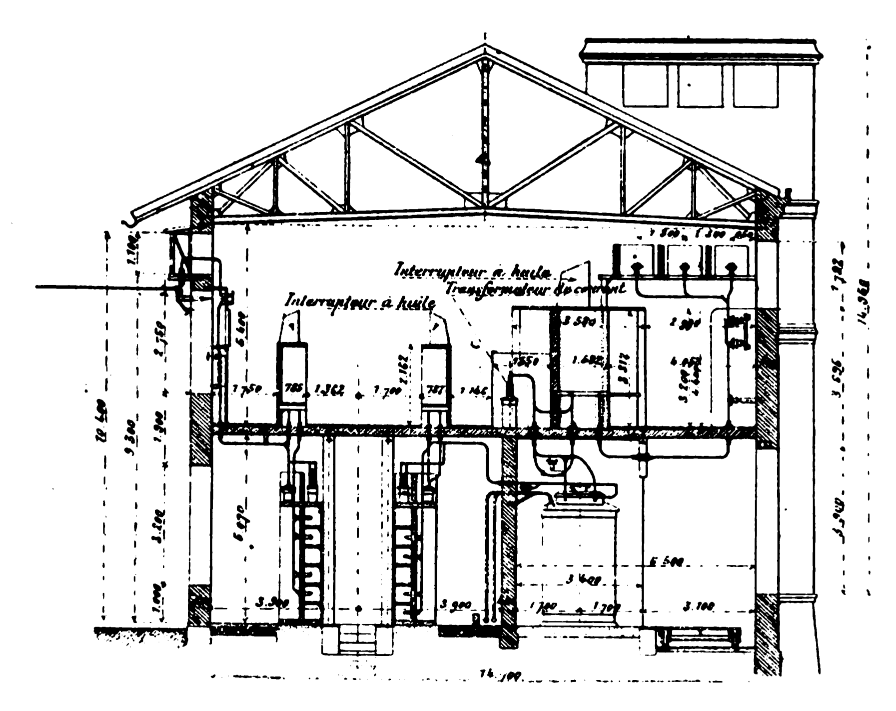


Fig. 2. — Coupe transversale du poste d'Allauch.

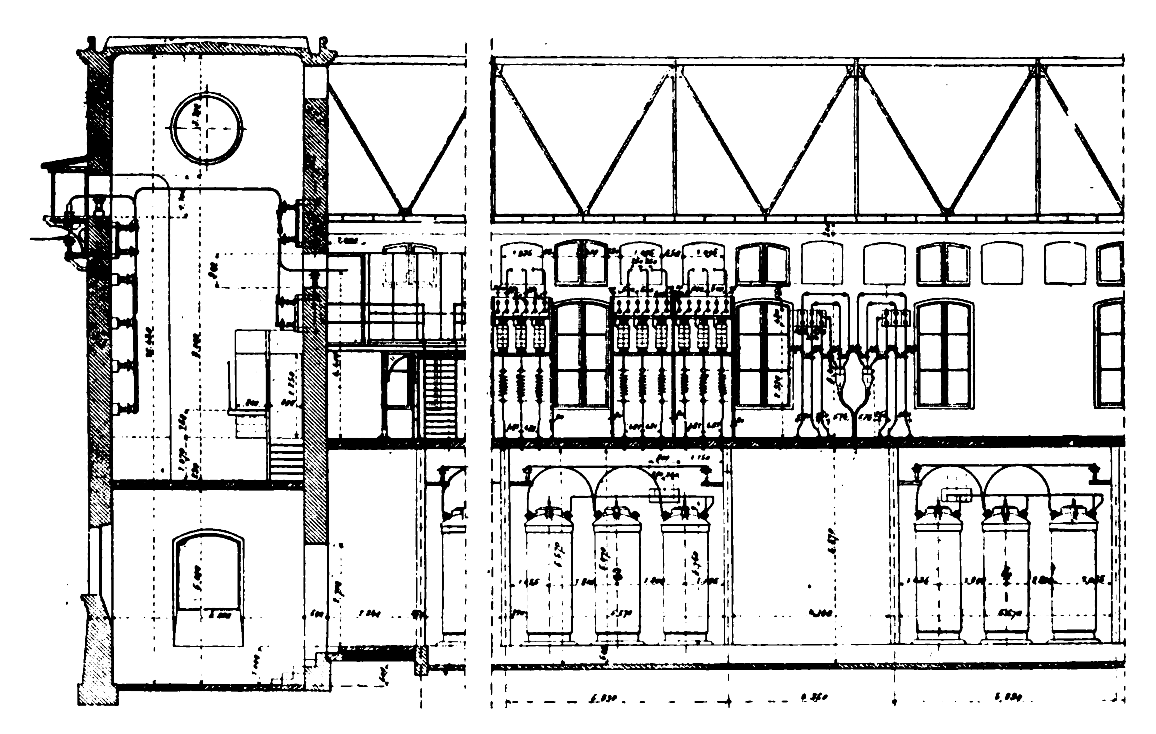


Fig. 3. — Coupe longitudinale du poste d'Allauch.

part, sur chacune desquelles est disposé un interrupteur à huile.

Le départ des lignes se fait par la face postérieure du bâtiment. Il y a cinq lignes de départ souterraines et sept aériennes. Ces dernières sont protégées par des parafoudres Wirt.

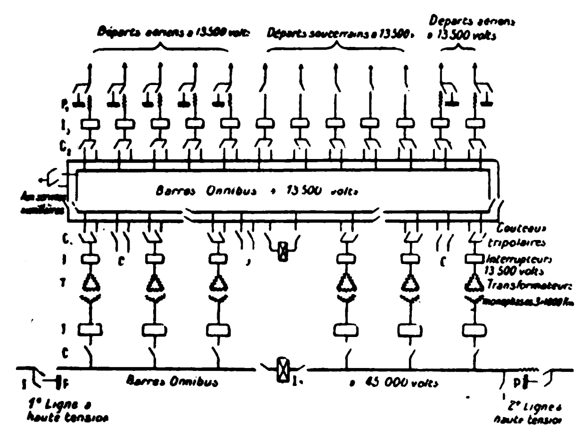


Fig. 4. — Schéma de l'installation.

L'analogie du matériel de ce poste de transformation avec celui du poste élévateur de tension de l'usine de la Brillanne nous dispense d'insister plus longuement. Les coupes transversale et longitudinale du poste que représentent les figures 2 et 3 indiquent d'ailleurs nettement l'emplacement et la disposition des transformateurs, des interrupteurs et des barres omnibus, et la figure 4, donnant le schéma de l'installation, fait comprendre son fonctionnement.

LIGNES ET ACCESSOIRES.

Lignes de transmission et de distribution de la région méditerranéenne. — En raison des tensions variées adoptées sur les réseaux qui desservent cette région, en raison aussi des époques diverses où ils ont été établis, les dispositions adoptées pour l'installation des lignes de transmission et de distribution sont très variables. Ne pouvant décrire en détail toutes ces dispositions, nous ne parlerons que des lignes de construction tout à fait récente : lignes de transmission à 50000 volts de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen et lignes à tensions diverses du Sud-Électrique, nous bornant à donner pour les lignes plus anciennes les profils des isolateurs employés par l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, profils qu'indique la figure 1 ci-contre.

Lignes à 50000 volts de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. — Le choix d'une tension de 50000 volts a entraîné une étude très approfondie de la disposition de ces lignes. D'une manière générale les tracés ont été effectués en lignes droites sans s'astreindre à suivre les routes, mais en évitant les forts accidents de terrains pouvant rendre trop difficile le transport du matériel, les crêtes susceptibles d'exposer les conducteurs aux coups de foudre, et enfin les trop longues traversées de bois.

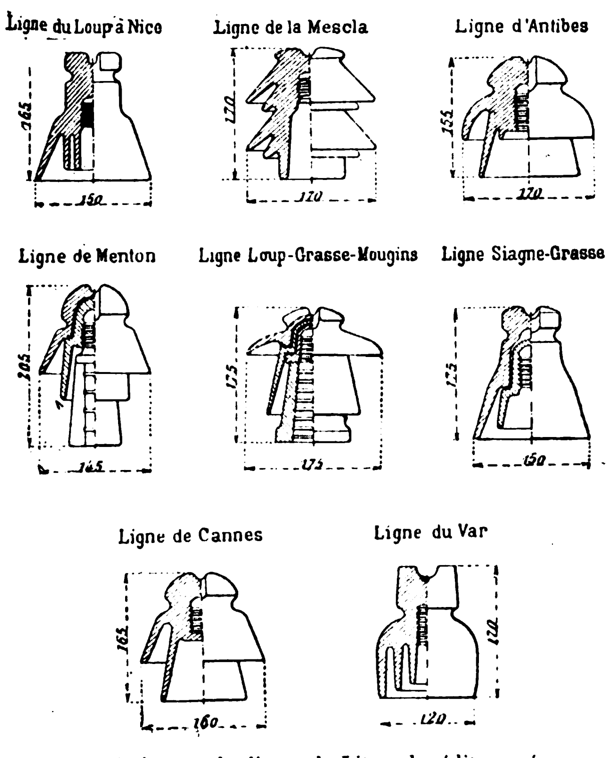


Fig. 1. — Isolateurs des lignes du Littoral méditerranéen.

L'ensemble des lignes à 50000 volts après complet achèvement présentera un développement de près de 600^{km}. Ce grand développement donnera lieu à une capacité notable à laquelle viendra s'ajouter celle de l'important réseau souterrain de Marseille. Mais cette capacité est loin d'être nuisible, car elle aura pour résultat d'améliorer sensiblement le facteur de puissance, et des calculs préliminaires faits par M. de Marchena indiquent que ce facteur restera toujours compris entre 0,90 et 1 aux heures de charge maxima.

Pylones. — Pour ces lignes il a été fait emploi presque exclusif de pylônes métalliques espacés de 70^{m} à 75^{m} et parfois même davantage. Ces pylônes (*fig.* 1), d'une hauteur de 11^{m} à 12^{m} au-dessus du sol, sont en une ou deux pièces, suivant qu'il était plus ou moins utile d'en faciliter les moyens de transport.

En général, ces pylônes portent six conducteurs : trois destinés aux artères à 50000 volts et formés de câbles en cuivre de 65$^{mm^2}$ de section avec âmes en jute ; trois destinés aux lignes de distribution à 13500 volts et formés de fils de cuivre de 6^{mm} à 9^{mm} de diamètre. Les

conducteurs principaux sont disposés l'un au sommet du poteau, les deux autres sur une grande traverse métallique et forment avec les premiers un triangle équilatéral d'environ $1^m,75$ de côté. Les conducteurs à 13500 volts sont établis au-dessous des précédents [1].

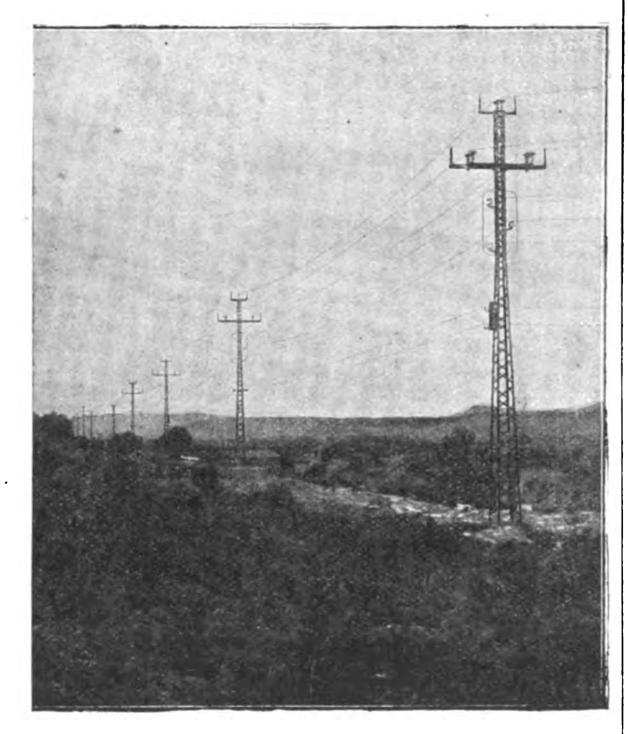


Fig. 1. — Vue des pylônes des lignes à 50 000 volts.

Enfin au-dessous de ceux-ci sont ordinairement disposés deux conducteurs télégraphiques ou téléphoniques.

ISOLATEURS. — Les isolateurs à 50 000 volts, en porcelaine, sont deux types tout spécialement étudiés pour ces installations et possèdent des dimensions qui n'avaient guère été approchées en Europe pour ce type d'appareils : ils ont $0^m,30$ de largeur sur $0^m,30$ de hauteur et pèsent, sans leur support, environ 8^{kg} chacun.

Ces isolateurs sont composés de trois cloches distinctes assemblées entre elles et au support métallique de l'isolateur par un scellement au ciment de Portland. Les cloches sont cuites au four séparément, et des soins tout particuliers ont été pris pour leur vérification avant l'assemblage de l'isolateur et après assemblage. Chaque cloche a été essayée sous une tension de 65 000 volts à 70 000 volts et chaque isolateur complet sous celle de 120 000 volts.

D'autres essais faits sous un arrosage équivalent aux plus fortes pluies possibles ont permis de constater qu'aucun arc ne s'amorçait au-dessous de 65 000 volts appliqués entre la tête de l'isolateur et son support, ni au-dessous de 120 000 volts appliqués entre deux têtes de deux isolateurs voisins placés dans les conditions des isolateurs de lignes. Le coefficient de sécurité est donc suffisant pour écarter toute crainte concernant l'aptitude de ces isolateurs à supporter leurs tensions de service, et il est probable que celles-ci pourraient même être sensiblement augmentées sans inconvénient.

(1) Ces conducteurs à 1350 volts ne sont naturellement posés qu'au fur et à mesure des besoins de la distribution. Mais, pour éviter toute contestation ultérieure avec les propriétaires des terrains où sont érigés les pylônes, on a immédiatement placé sur les consoles, non encore munies d'isolateurs, de simples fils de fer qui donnent à la ligne l'aspect qu'elle aura définitivement. Nous croyons devoir faire cette remarque afin d'éviter que ceux qui auront l'occasion de voir à distance ces lignes inachevées ne soient intrigués, comme nous l'avons été nous-même, de constater qu'une ligne à 13500 volts est dépourvue d'isolateurs visibles.

RÉSEAUX.

Réseaux de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. — Par ses lignes de transmission et de distribution l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen étend son action sur trois départements : les Alpes-Maritimes, le Var et les Bouches-du-Rhône, ce dernier département étant aussi partiellement desservi par le Sud-Électrique.

RÉGION DESSERVIE. — Le département des Alpes-Maritimes comprend un grand nombre de centres de consommation importants étagés le long de la côte : Antibes, Nice, Villefranche, Beaulieu, Monaco, Cap-Martin, etc. Grasse et ses environs, Saint-Martin-du-Var, Pont-de-Peille, constituent trois groupements également importants situés à l'intérieur.

Dans le Var, où le réseau a été mis en service en 1904, le centre de consommation le plus important est Toulon, dont l'éclairage et la traction sont assurés par des clients de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Diverses sociétés locales assurent la distribution dans un assez grand nombre de communes.

Le centre de consommation le plus important des Bouches-du-Rhône est nécessairement Marseille, où l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen a pour principaux clients la Compagnie des Tramways, la Société du Gaz et de l'Électricité, la Ville. Aix et les Pennes constituent deux autres centres de quelque importance. Arles, où se fait l'alimentation du Sud-Électrique, consomme une quantité considérable d'énergie. Salins, Saint-Louis-du-Rhône, Port-de-Bouc, etc., forment d'autres centres près de l'embouchure du Rhône.

ORGANISATION TECHNIQUE. — Tout le réseau est alimenté par des courants triphasés à la fréquence 25 p : s. Mais, la tension sous laquelle ces courants sont transmis variant suivant l'usine qui les transmet, l'ensemble du réseau se trouve en réalité divisé en trois réseaux à peu près distincts, chacun correspondant à l'un des trois départements desservis.

Réseau des Alpes-Maritimes. — Ce réseau, le plus ancien, est celui où la tension des courants transmis est la plus basse : 10 000 à 11 000 volts. Mais c'est également sous cette tension que se fait la distribution, ce qui conduit à une grande simplification des usines génératrices et des stations de réception où il n'a pas été besoin d'installer des transformateurs élévateurs ou abaisseurs de tension.

Il est alimenté normalement par les usines hydrauliques de la Mescla, de Plan du Var et du Loup et par une partie de l'énergie produite par l'usine de la Siagne. Il s'y trouve d'ailleurs un assez grand nombre d'usines à vapeur de secours dont les principales sont : l'ancienne usine de Sainte-Agathe, des Tramways de Nice ; la nouvelle usine du Risso, à Nice également, qui avec la précédente peut fournir un appoint de 6000 chevaux ; l'usine de Monte-Carlo supérieur, à l'est de la principauté de Monaco, dont la puissance vient d'être portée à 2000 chevaux.

Ces diverses usines sont installées pour pouvoir marcher en parallèle ; c'est ainsi que les usines du Var ont souvent marché en parallèle avec celles de Nice distantes de 30^{km} et celle du Loup distante de 50^{km}. Toutefois cette marche en parallèle n'est qu'exceptionnelle et n'est utilisée que lorsqu'on désire faire passer la charge d'une usine à l'autre, ou modifier la répartition du réseau entre elles. En général, elles fonctionnent isolément et alimentent chacune un secteur indépendant. Toutefois certains clients plus particulièrement importants et qui assurent des services dont l'interruption, même momentanée, serait très dommageable, comme la Compagnie des Tramways et la Compagnie du Gaz de Nice, peuvent être alimentés à la fois par deux ou trois usines dont les secteurs fonctionnent tout à fait indépendamment.

Cette division du réseau en secteurs est facilitée par le fait que les lignes forment une série de boucles parmi lesquelles on peut sur la carte en distinguer trois principales. A l'ouest, une première boucle comprend Grasse, Cannes et Antibes ; au centre, une seconde embrassant les deux côtés de Nice, et dont la base est formée par un souterrain de 14^{km} traversant la ville et reliant les postes d'arrivée des lignes venant des usines du Var avec le grand poste central du Risso. A l'est, une troisième boucle dessert tout le littoral jusqu'à Menton et est elle-même subdivisée par deux transversales aboutissant l'une à Beaulieu, l'autre à Monte-Carlo.

Aux nœuds formant les jonctions de ces diverses boucles se trouvent des postes munis d'interrupteurs de sectionnement et de parafoudres.

Les branchements de quelque importance se font au moyen de postes du même genre munis, sur les lignes de départs, d'interrupteurs.

La constance du potentiel sur le réseau est assurée de deux façons : d'abord, au moyen de régulateurs automatiques placés dans les usines de production qui maintiennent une tension à peu près indépendante de la charge à la terminaison des lignes au voisinage de Nice ; en second lieu, à l'aide de régulateurs d'un type spécial situés, l'un à Villeneuve-Loubet, à l'extrémité de la ligne du Loup, l'autre à Saint-Pons, à l'extrémité de la ligne venant du Var, qui permettent de régler dans des limites étendues la tension dans la direction de Cannes et de Monte-Carlo. Grâce à ces dispositifs et malgré l'étendue considérable du réseau par rapport à la tension choisie, on a pu obtenir en tout point une régularité de tension très satisfaisante qui a permis d'utiliser directement pour l'éclairage le courant brut fourni par le réseau, sans interposition d'aucune machine transformatrice ; c'est ainsi que sont éclairées les banlieues de Nice, d'Antibes et de Beaulieu et quantités de communes traversées par les lignes de transmission.

Réseau du Var. — Par suite de la plus grande étendue de ce réseau, la tension adoptée par les lignes de transmission est de 30000 volts. La distribution se fait en partie sous 10 000 volts, tension du réseau précédent, en partie sous 3500 volts, tension fournie directement par les alternateurs de l'usine d'Entraygues qui, avec l'usine de la Siagne, alimente ce réseau.

Réseau des Bouches-du-Rhône. — L'installation de ce réseau, commencée en 1906, ne sera guère terminée dans sa partie principale qu'en 1909. La transmission s'y fait à 30000 ou à 50000 volts suivant que l'énergie provient de l'usine d'Entraygues ou de celle de la Brillanne. La distribution s'y effectue sous 13 500 volts, tension également adoptée par le Sud-Électrique, qui dessert une partie du département des Bouches-du-Rhône.

Outre les deux usines hydrauliques qui viennent d'être citées, plusieurs importantes usines à vapeur concourent, au besoin, à l'alimentation du réseau. Ce sont : l'ancienne usine des Tramways de Marseille, à Saint-Giniez, qui comprenait cinq groupes électrogènes de 1500 chevaux et où vient d'être installé un groupe turbo-alternateur de 1200 kilowatts ; l'usine d'Arenc, de la Compagnie du Gaz et de l'Electricité de Marseille, qui, lorsqu'elle sera achevée, contiendra six groupes d'une puissance totale de 17000 chevaux ; la nouvelle usine d'Arles, contenant actuellement trois groupes électrogènes d'une puissance totale de 5000 chevaux, etc.

Exploitation. — La clientèle de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen est presque entièrement composée de gros consommateurs ; ce n'est qu'exceptionnellement et pour permettre aux communes traversées par ses lignes de profiter des avantages de l'éclairage et de la force motrice par l'électricité que cette Société s'occupe de la fourniture aux petits consommateurs ; en général, elle préfère créer une société chargée d'effectuer la distribution locale.

Mais, outre les sociétés d'éclairage et les sociétés de traction, de nombreuses industries ont recours aux réseaux de distribution de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Ce sont des fabriques de ciments, des minoteries, des charbonnages, des ateliers de construction, toute la variété des industries de Marseille. Ces diverses industries présentent des régimes de consommation les plus variés, les unes fonctionnant nuit et jour, les autres ne fonctionnant que le jour ; les unes ayant un régime régulier toute l'année, les autres un régime varié avec les saisons. La puissance demandée est aussi très diverse et, tandis que quelques clients ne demandent que quelques chevaux, d'autres en exigent des centaines, quelques-uns même (et nous ne parlons que des clients isolés) consomment plus de 1000 chevaux.

Dans de telles conditions il fallait adopter, suivant les circonstances, divers systèmes de tarification. Les plus employés de ces systèmes sont :

Le tarif simple au compteur (principalement applicable aux compagnies de tramways dont le régime est régulier et bien déterminé à l'avance) ;

Le tarif mixte comportant une prime fixe annuelle proportionnelle à la puissance maxima demandée et une redevance par kilowatt-heure consommé (principalement applicable aux réseaux d'éclairage comportant des groupes de transformation à courant continu, des batteries d'accumulateurs et des machines de secours);

Les forfaits simples basés sur la puissance maxima demandée, avec distinction suivant que cette puissance est demandée jour et nuit ou seulement de jour (applicable aux industries à fonctionnement très régulier et déterminé à l'avance);

Les forfaits avec faculté de dépassement de la puissance maxima dans une proportion déterminée. L'énergie fournie au delà de la puissance maxima est mesurée par un compteur à dépassement, et taxée suivant un tarif au kilowatt-heure;

Le double tarif au moyen des compteurs change-tarifs enregistrant d'une manière distincte l'énergie consommée à certaines heures de forte consommation du réseau, et celle consommée pendant le reste de la journée;

La combinaison du double tarif avec les forfaits à dépassements et les tarifs mixtes, etc.

Dans beaucoup de cas, pour la fourniture en gros du courant à des compagnies de distribution en détail, l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen a admis un simple partage dans une proportion déterminée des recettes réalisées, avec faculté pour son client de recourir au bout d'un certain temps à l'une des tarifications ci-dessus.

Réseau du Sud-Électrique. — Le champ d'action du Sud-Électrique s'étend (*voir* la carte des pages 128 et 129) sur une grande partie des quatre départements suivants : Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Gard, Hérault.

Région desservie. — Dans les Bouches-du-Rhône, la région alimentée s'étend entre le Rhône, la Durance et la mer. C'est le pays de la production maraîchère intensive dont les produits demandent l'action simultanée du chaud soleil de Provence et des eaux d'arrosage abondantes soulevées du sous-sol par des milliers de pompes élévatoires. Au-dessous s'étend le delta de la Camargue où les exploitations agricoles ont besoin, pour les irrigations et les submersions, de plusieurs milliers de chevaux de force motrice et où d'importantes opérations de desséchement et d'irrigation sont en projet pour transformer les parties marécageuses en terrains de culture. Les principaux centres de consommation dans ce département des Bouches-du-Rhône sont : Arles, Saint-Rémy-de-Provence, Tarascon, Barbentane, Boulbon, etc.

Le département de Vaucluse est à la fois agricole et industriel. On y pratique la culture intensive des primeurs et l'on y trouve des usines de produits chimiques, des papeteries, des minoteries, des filatures de soie, des fabriques de tapis, etc. Le Sud-Électrique y distribue le courant dans la commune d'Avignon par l'intermédiaire de la Société avignonnaise d'Électricité, à la fondation de laquelle il a participé. Il fournit aussi le courant nécessaire aux tramways de cette ville et, enfin, il livre l'éclairage et la force motrice dans d'autres centres importants tels que : Cavaillon, Carpentras, Orange, Sorgues, etc.

Dans le département de l'Hérault, le commerce et l'agriculture sont très développés ; il y existe d'importantes usines et des industries florissantes : en particulier, celles des produits chimiques, des salines et des pétroles. Une grande ville de 78000 habitants, Montpellier, et un grand port de 30000 habitants, Cette, sont des centres importants de consommation.

Dans le département du Gard, Nîmes est desservie par une filiale du Sud-Électrique, la Société nîmoise d'Éclairage et de Force motrice. Prochainement l'alimentation en eau de cette ville sera assurée par le Sud-Électrique par la construction, sur les bords du Rhône, d'une puissante usine électrique élévatoire. Aigues-Mortes est aussi, pour son éclairage, ses salines et industries vinicoles, un important client.

Organisation technique. — Le schéma général simplifié du réseau peut être représenté par la figure 1,

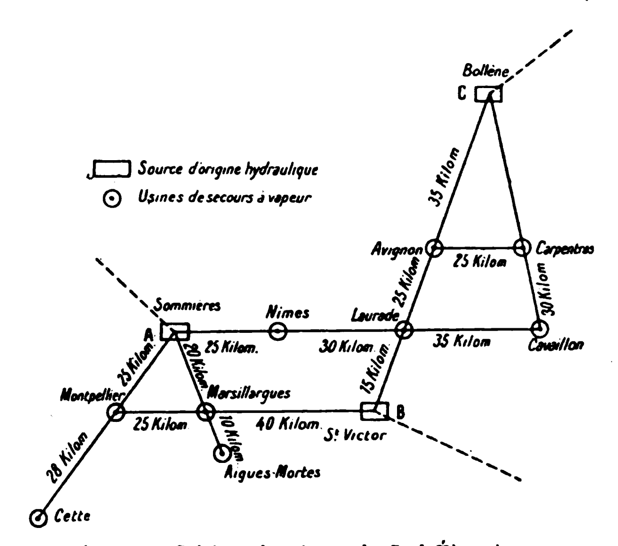


Fig. 1. — Schéma du réseau du Sud-Électrique.

composée d'un losange et d'un triangle ayant un sommet commun. Les lignes de cette figure, d'une longueur moyenne de 25^{km}, sont les grandes artères du réseau, tous les centres de consommation étant desservis par des branchements plus ou moins longs dérivés de ces artères.

Les points d'alimentation du réseau sont marqués en A, B et C. Ce sont : Sommières, où l'énergie arrive de l'usine de la Vis sous forme de courants triphasés à 30000 volts et à 30 p : s; Saint-Victor, situé à 3^{km} d'Arles et qui reçoit à 13500 volts, 50 p : s; l'énergie produite à l'usine de la Brillanne à 50000 volts et 25 p : s et transformée dans le poste de transformation de l'usine d'Arles; enfin, Bollène, au nord du réseau qui recevra ultérieurement le courant produit soit par les forces motrices du cours supérieur de la Durance, soit par celles de l'Isère. En divers autres points du réseau, aux croisements et aux extrémités des artères

principales, sont situées des usines de secours à vapeur dont la puissance totale est d'environ 5000 chevaux.

La tension sur les artères principales est, comme il a déjà été dit, de 13500 volts, valeur très avantageuse au point de vue de la sécurité du fonctionnement et au point de vue de la simplicité de l'appareillage, sans qu'elle entraîne une dépense exagérée de cuivre ou une perte d'énergie trop grande. C'est ainsi qu'en adoptant pour tout le réseau la densité de 1,5 ampère par centimètre carré, reconnue comme se rapprochant de la densité la plus économique, on arrivera à ne pas perdre plus de 5 pour 100 dans les conducteurs avec une section maxima de 50^{mm^2}.

Toutes les fois qu'il est possible d'atteindre facilement un groupement de consommateurs avec la ligne à haute tension, on passe directement de 13500 volts à la tension d'utilisation, c'est-à-dire 120 volts pour l'éclairage et les petits moteurs et 500 volts pour les gros moteurs et les exploitations un peu étendues. C'est le cas de la plupart des communes desservies.

Quand il s'agit de l'alimentation d'une ville, la ligne à haute tension doit s'arrêter aux environs de la ville. Alors on passe par l'intermédiaire de 500 volts ou de 5000 volts suivant l'étendue de la ville, et l'on fait usage d'une ligne souterraine en boucle qui dessert les postes de transformation répartis dans l'agglomération et où la tension est ramenée soit à 120 volts, soit à 500 volts.

Fig. 2. — Schéma de l'équipement d'un secteur du Sud-Électrique.

Dans les villes importantes, telles que Nîmes, Avignon, Montpellier, c'est seulement dans la banlieue que l'on pratique ce mode de distribution par postes de transformation alimentés à 5000 volts. La partie centrale est desservie par du courant continu à 2×120 volts engendré par des groupes convertisseurs installés au cœur de la ville et alimentés par la boucle souterraine à 5000 volts. Une batterie d'accumulateurs complète alors l'installation.

Pour le service des tramways on transforme le courant triphasé à 5000 volts en courant continu à 500 volts et des batteries d'accumulateurs, servant à la fois comme tampons et comme secours, donnent comme précédemment la sécurité nécessaire.

Pour les grosses installations particulières le courant à 13500 volts est transformé dans des postes



spéciaux à une tension appropriée aux besoins de chacun.

Afin de rendre interchangeables tous les transformateurs devant donner une même tension secondaire et de permettre leur utilisation en un point quelconque du réseau, quelle que soit sa distance au centre d'alimentation, on les a munis de trois groupes de bornes secondaires correspondant chacun à la tension moyenne aux extrêmes et au milieu des lignes principales.

Pour la commodité de l'exploitation, on a partagé la région à desservir en quatre *divisions* possédant chacune un *poste central de distribution;* chaque division est elle-même divisée en *secteurs,* un secteur correspondant à une *ligne principale.* Les secteurs alimentent à leur tour les centres de consommation à l'aide de *lignes de dérivation* qui sont elles-mêmes protégées à leur origine par des *postes de petite dérivation* ou de *grande dérivation* et qui aboutissent soit à des *postes de transformation* où la tension est abaissée à 120 ou 500 volts, soit à des *sous-stations de transformation* où l'on abaisse la tension à 5000 volts. La figure 2 donne le schéma de l'équipement d'un secteur.

Les quatre divisions du réseau sont : la division d'Arles desservant la région sud-ouest des Bouches-du-Rhône par 8 secteurs; celle de Laurade qui dessert la région nord du même département avec 7 secteurs; celle de Sommières qui commande 4 secteurs desservant les régions méridionale du Gard et orientale de l'Hérault; enfin, la division de Vaucluse qui, par 5 secteurs, alimente le département de Vaucluse. Pour le moment, les trois premières divisions possèdent seules un poste central de distribution.

Exploitation. — Pour assurer la sécurité et la continuité de la distribution dans un rayon déterminé et entretenir dans le même rayon des rapports commerciaux avec la clientèle, les communes desservies sont groupées par 2, 3 ou 4 et à la tête de chacun de ces groupements appelés *cantons* est placé un *agent cantonal.* Ces agents sont sous les ordres d'un *ingénieur divisionnaire,* chef technique et commercial de la division, assisté lui-même d'un ou de plusieurs ingénieurs, de comptables, de chefs monteurs, de chefs du station, etc. Les quatre ingénieurs divisionnaires dépendent eux-mêmes de la Direction générale, située à Avignon, où sont centralisés les services techniques, commerciaux, administratifs, des études et de la comptabilité. Un réseau téléphonique relie la Direction aux divisions qui sont elles-mêmes reliées à toutes les agences cantonales et à tous les postes. De nombreuses automobiles permettent, en outre, une surveillance active et des réparations rapides.

La protection du personnel a été résolue par l'application du principe de l'autoprotection qui laisse à chacun le soin de prendre lui-même les précautions susceptibles d'assurer sa sécurité, étant donné bien entendu qu'on lui fournit tous les dispositifs et tous les moyens nécessaires. Ces dispositifs sont les interrupteurs du réseau qui peuvent être fixés immuablement dans la position ouverte par un ou plusieurs cadenas à clefs ininterchangeables dont chacun est en possession d'un seul ouvrier. Toute autre méthode de protection, celle par exemple qui est basée sur le système des conventions préalables, verbales ou écrites, est rigoureusement interdite.

La clientèle du Sud-Électrique comprend non seulement de grosses entreprises de traction et d'éclairage, des ateliers importants et de grandes exploitations agricoles, mais encore de nombreux petits consommateurs urbains ou ruraux. On trouve déjà dans les villes et les villages un assez grand nombre d'applications de l'électricité : à la boulangerie, à la charcuterie, à la couture des cuirs et des étoffes, à la scierie, au tournage et découpage du bois, à la trituration des graines de luzerne, à l'industrie des chardons, à la ventilation, au pompage des vins, à l'arrosage, au petit chauffage, à la glace, etc.

Pour satisfaire une clientèle aussi variée, il était nécessaire d'appliquer une tarification aussi souple que possible, permettant en quelque sorte de proportionner le prix de vente à la valeur du service rendu. Aussi le Sud-Électrique a-t-il appliqué selon les cas l'un des nombreux systèmes de tarification qu'a fait naître le développement de l'électricité. C'est ainsi qu'il emploie :

Le tarif à forfait, basé sur la demande maxima, variable avec la durée, l'heure ou la saison d'utilisation, et aussi, bien entendu, avec l'importance et la nature des appareils d'utilisation;

Le tarif à forfait pour une puissance déterminée, avec faculté de dépasser cette puissance dans une certaine proportion, le dépassement étant alors enregistré à l'aide d'un compteur spécial (de dépassement) et taxé au kilowatt-heure;

Le tarif simple au compteur dépendant de la nature des appareils d'utilisation (force, éclairage, ventilation, etc.);

Le tarif au compteur, avec échelle de réduction basée sur le coefficient d'utilisation, c'est-à-dire sur le rapport du nombre de kilowatts-heure consommés au nombre de kilowatts souscrits; l'importance de l'installation, comme on le voit, ne joue aucun rôle dans l'échelle de réduction de ce tarif;

Le tarif au compteur, avec échelle de réduction basée sur l'importance de la consommation, par kilowatt souscrit, garantie par le client; l'importance de la consommation totale ne joue non plus aucun rôle dans l'échelle de réduction;

Le tarif au compteur à prime fixe annuelle par kilowatt souscrit, comportant en outre le payement au compteur de la consommation en kilowatts-heure, avec, en plus, une réduction basée sur le coefficient d'utilisation;

Le tarif au compteur, avec prix variables suivant l'heure de la consommation : prix élevés pendant les heures de forte charge, c'est-à-dire du coucher du soleil à 10^h ou 11^h du soir et prix réduits le reste du temps, avec emploi du compteur à double tarification;

Enfin, différentes combinaisons des systèmes qui précèdent.

Le Sud-Électrique va même plus loin : il admet que l'énergie qu'il fournit à certains concessionnaires lui soit payée par une participation, dans une proportion déterminée, aux recettes réalisées par ces concession-

naires. Il admet aussi que le payement de l'énergie par une industrie manufacturant des produits bien déterminés, faciles à contrôler, par exemple des sacs de farine, des tonnes de papier, etc., lui soit fait en fonction de la production manufacturée.

Pour augmenter sa clientèle, le Sud-Électrique a pris la décision, non seulement de rendre aussi légères que possible aux petites installations les charges accessoires, telles que location et entretien des compteurs, location d'appareillage, de petits moteurs, de ventilateurs, d'appareils de chauffage, etc., mais encore de prendre à sa charge les dérivations et branchements, et de procéder gratuitement aux installations d'éclairage.

DIVERS.

Rayon d'action des sous-stations à courant alternatif. — La très intéressante étude publiée récemment sous ce titre par M. E. Lefèvre dans *La Revue électrique* (1) nous a suggéré quelques remarques que nous croyons devoir exposer sommairement en raison de l'importance du sujet.

Tout d'abord, nous ne nous occuperons que du cas de nouveaux réseaux. Le problème qui consiste à étudier s'il y a intérêt à *remplacer* une distribution par transformateurs individuels par une distribution par sous-stations peut, dans certains cas, prendre une importance considérable. Mais ces cas sont tellement rares, et mettent en jeu chaque fois des questions tellement spéciales, qu'il nous paraît inutile d'en essayer une théorie un peu générale. Le cas particulier traité par M. Lefèvre subsistera comme modèle lorsqu'on aura une étude de ce genre à faire.

La question se pose plus fréquemment lorsqu'il s'agit soit de réseaux entièrement nouveaux à installer, soit de quartiers non encore desservis dans lesquels on a une extension de distribution à faire.

Or, si la marche suivie dans son étude par M. Lefèvre nous paraît parfaitement correcte, il se trouve qu'il a été amené, par les circonstances mêmes, à prendre comme exemple une grande société parisienne, c'est-à-dire un cas tout à fait exceptionnel. Il résulte de là que certains des coefficients numériques qui ont servi de base à ses calculs nous paraissent pouvoir être discutés.

Mais avant d'envisager ces points de détail, il peut être intéressant d'examiner dans une direction un peu différente les résultats auxquels il est parvenu.

Nous commencerons par le premier cas étudié, celui d'abonnés à desservir en bordure de voies déjà canalisées en haute tension.

Il est intéressant de se rendre compte des puissances moyennes en jeu. D'après le dernier compte rendu du Secteur de la rive gauche, la puissance installée chez les abonnés était, au 31 décembre 1907, de 17377 kilowatts; le nombre des branchements de 2257, le nombre des compteurs de 8087, la puissance totale utilisable à l'usine centrale de 7000 kilowatts et le réseau de distribution de 115726^{m} de longueur.

Il résulte de là que :

1° La puissance moyenne d'une installation est de 2 kilowatts environ;

2° La puissance moyenne d'un branchement est de 7,7 kilowatts, ce qui fait presque quatre installations en moyenne par branchement;

3° La puissance moyenne desservie par mètre courant de réseau de distribution est de 150 watts.

Nous aurons donc le Tableau de correspondance suivant :

Nombre de postes de 7700 watts.	1	2	3	5
Puissance en kilowatts.........	7,7	15,4	23,1	38,5
Longueur moyenne en mètres ..	51	103	154	257

Si l'on se reporte au Tableau de M. Lefèvre, on voit qu'on arriverait en principe à remplacer deux postes par une station et que cela paraît au premier abord peu intéressant. Mais cette conclusion est prématurée, car, si M. Lefèvre a, avec juste raison, placé sa sous-station à l'extrémité de sa ligne pour déterminer son rayon d'action, en réalité cette sous-station sera placée au centre d'un petit réseau secondaire qu'elle desservira par 3, 4, 5 ou 6 lignes divergentes, ou même davantage. Si nous ne supposons qu'un réseau sommaire en croix constituant quatre lignes à angle droit, la sous-station remplacera, avec les chiffres de M. Lefèvre,

$$1 + 4 \times 2 = 9$$

postes de transformation, soit une puissance de 70 kilowatts représentant 35 abonnés en moyenne. Cela devient intéressant. D'abord cela économiserait 2000 transformateurs environ sur 2300, ce qui n'est pas négligeable, et surtout cela permettrait une réduction de la puissance des transformateurs (et par conséquent de leurs dépenses d'achat et d'installation et de leurs pertes à vide) beaucoup plus considérable que ne l'a admis M. Lefèvre.

Dès, en effet, qu'on arrive à grouper 35 installations sur un même transformateur, les variations de puissance provenant d'allumages extraordinaires arrivent à se produire à des moments, à des jours différents, et il en résulte une compensation permettant de réduire la puissance des transformateurs et comparable à celle qui se produit sur l'ensemble du réseau.

Or, dans un réseau important ayant un grand nombre d'appartements privés desservis et très peu de force motrice, le *maximum maximorum* est généralement inférieur à 30 pour 100 de la puissance installée chez les abonnés. C'est bien d'ailleurs ce qui semble se produire au Secteur de la rive gauche, car la puissance totale utilisable à l'usine est de 7000 kilowatts; mais toutes les machines ne marchent pas en même temps, quelques-unes doivent être gardées en réserve. D'autre part, de la puissance ainsi produite à l'usine, il faut déduire, pour avoir la puissance chez les abonnés, les

(1) Voir *La Revue électrique*, t. IX, n° 107 du 15 juin 1908, p. 416 et suiv.

pertes en ligne qui sont sans doute faibles, mais cependant appréciables. Il ne nous semble pas que dans ces conditions la puissance maximum chez les abonnés puisse s'écarter beaucoup de 5000 kilowatts, pour 17377 installés, ce qui fait une proportion de 29 pour 100.

Si dans ces conditions, pour tenir compte de ce que la compensation ne peut être aussi parfaite dans une fraction du réseau que sur l'ensemble, on admet pour le coefficient K de M. Lefèvre la valeur moyenne de 0,40 (au lieu de 0,60), il nous semble qu'on soit très large. Cette première modification a pour effet évident d'augmenter le rayon d'action normal de la sous-station.

Un autre point sur lequel notre désaccord avec M. Lefèvre est beaucoup plus considérable est la valeur de 2 volts attribuée à la perte en ligne maxima dans le réseau secondaire à 220 volts, perte inférieure à 1 pour 100. Une perte aussi faible peut être exigée à Paris, comme bien d'autres stipulations, en raison de la densité tout à fait exceptionnelle des abonnés, alors qu'elle serait ruineuse partout ailleurs pour les exploitations.

Dans la plupart des cas, on est obligé de consentir des chutes de tension beaucoup plus considérables et nous estimons qu'il n'y a pas d'inconvénients sérieux à ce que les abonnés de bout de ligne aient leurs 110 volts pendant la pointe d'hiver, et une tension montant à 119 ou 120 volts quand la charge est nulle. Sur 2×110 volts, nous pensons donc qu'on peut admettre 16 volts de perte en ligne au lieu de 2.

Si l'on fait ces deux modifications au calcul de M. Lefèvre, on arrive à ce résultat que, pour 10 branchements de 1 kilowatt chacun, le *rayon* d'action de la sous-station monte à 383^m au lieu de 175^m. Le réseau secondaire d'une pareille sous-station couvre donc une superficie considérable et l'emploi de cette sous-station devient très intéressant.

Il le devient d'autant plus que, dans les petites villes, on a souvent des installations de 10 et 15 lampes représentant $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ kilowatt, pour lesquels le rayon d'action normal de la sous-station devient encore plus considérable.

Enfin, M. Lefèvre a naturellement été amené à envisager un réseau secondaire souterrain qui est fort coûteux, alors que dans presque tous les cas autres que celui de Paris, le réseau secondaire est aérien. Peut-être nous dira-t-on que la proportion des dépenses entre la canalisation primaire et la secondaire reste la même en aérien qu'en souterrain. Nous ne croyons pas qu'il en soit ainsi, en raison des sujétions spéciales imposées aux canalisations aériennes de haute tension. De plus, il y a un procédé qui présente un certain nombre d'avantages et qui consiste à faire le réseau de haute tension souterrain et le réseau de basse tension aérien. Cette manière de procéder augmente beaucoup l'écart entre la dépense d'établissement des deux réseaux. Il n'en résulte pas de différence dans le cas envisagé, où la canalisation haute tension est supposée exister, mais il n'en est pas de même lorsque les abonnés sont à desservir dans des voies non canalisées en haute tension, second cas examiné par M. Lefèvre.

Or, ce cas est le cas général, car lorsqu'on a à établir un nouveau réseau, on n'étend la canalisation haute tension qu'au fur et à mesure des besoins, de sorte que la grande majorité des abonnés se trouve dans des voies non canalisées en haute tension.

Dans ce second cas, les distances trouvées par M. Lefèvre comme rayon d'action normal des sous-stations sont bien plus grandes que celles du premier cas (260^m environ pour des postes d'un kilowatt au lieu de 24^m à 222^m). Si, sans refaire le calcul complet, on tient compte des diverses remarques que nous avons faites, et dont une partie seulement avait, dans le premier cas, augmenté le rayon de 175^m à 383^m, on est fondé à admettre que le rayon normal des sous-stations dans ce cas dépasserait à peu près certainement 500^m.

En somme, sauf dans des cas très particuliers, c'est la distribution par sous-stations qui apparaît comme la plus avantageuse. Pour desservir un nouveau réseau, on commencera par établir une première section de canalisation de haute tension en se rapprochant, autant que les circonstances le permettent, du schéma très judicieux donné par M. Lefèvre. On installera sur ce réseau, en choisissant pour cela des abonnés de puissance importante, un nombre très restreint de sous-stations, alimentant un réseau secondaire très étendu, car les pertes de charge sont minimes tant qu'il y a peu d'abonnés. Lorsque ces pertes de charge deviendront gênantes, on examinera s'il est plus économique de nourrir le réseau par des feeders partant des sous-stations existantes ou d'installer de nouvelles sous-stations, dont on choisira l'emplacement en tenant compte et du réseau secondaire à alimenter et de l'existence actuelle ou future de gros abonnés auxquels il est à peu près indispensable d'amener la haute tension.

Mais il nous semble résulter avec évidence de l'étude de M. Lefèvre que le principe de la distribution par sous-stations s'impose dans presque tous les cas, et qu'on n'a jamais avantage à desservir par transformateurs individuels que des abonnés exceptionnels.

E. Brylinski.



VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE (¹).

Le Grand Palais. — Dans cette vaste construction, on a groupé toutes les industries qui ne comportent pas de grosses machines. Cela constitue, naturellement, un ensemble assez divers, dans lequel une classification méthodique n'est pas facile. Le catalogue de l'Exposition classe les objets exposés sous les rubriques suivantes, que nous conserverons autant que possible, faute de mieux :

Applications à l'industrie domestique; aux usages domestiques et à l'hygiène; à l'éclairage public et privé; au chauffage et à la ventilation industriels: télégraphie, téléphonie et signaux de toute espèce; électricité médicale; instruments de mesure et de contrôle; matières premières et produits utilisés par l'industrie électrique; enseignement; exposition rétrospective des applications de l'électricité.

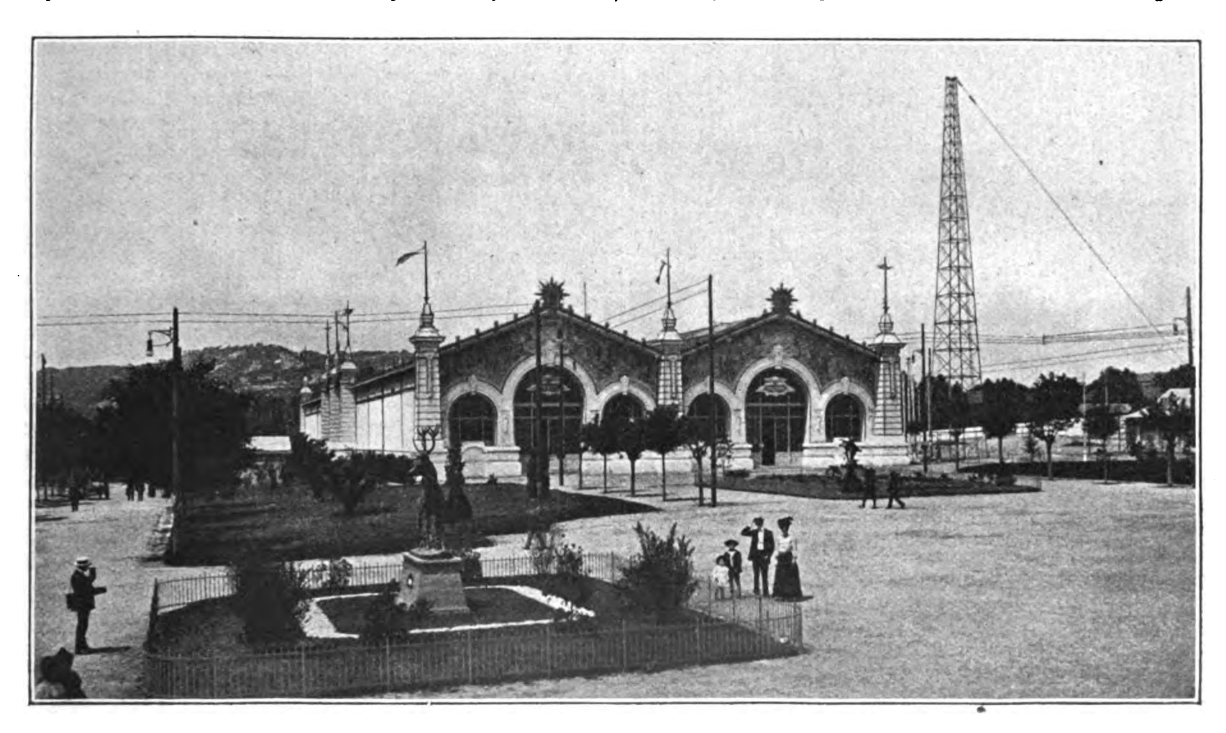


Fig. 1. — Palais de la Traction. Antenne radiotélégraphique.

Sous le nom d'**industries domestiques** on a voulu entendre toutes les applications qui utilisent des moteurs de faible puissance, bien que, pour beaucoup de ces industries, on ne voie pas bien ce qu'elles ont de *domestique*. On ne trouvera là rien de nouveau au point de vue électrique, mais on y verra des exemples des services que peut rendre le moteur de faible puissance à un grand nombre d'industries. Il faut citer des machines à coudre, des machines à broder, à graver, à meuler et polir le verre, mues chacune par un petit moteur indépendant.

Les **usages domestiques** comprennent tout ce qui peut s'utiliser dans une maison d'habitation et contribuer à son confort. Nous trouvons là encore un grand nombre d'objets qui n'ont rien à voir avec la technique électrique, mais qui en sont des auxiliaires indispensables. C'est le cas pour la lustrerie et les bronzes destinés à supporter les appareils d'éclairage. Dans cet ordre d'objets, ce sont les maisons OUDIN, GRANOUX et Cie, A. ROUSSEL et REBUFFAT, COMPAGNIE GÉNÉRALE DES TRAVAUX D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE, FRANZ et R. CONRAD, COMPAGNIE WATT, qui nous exposent des lustres, des plafonniers de style, etc. Il suffit de les citer, leur inté-

(¹) *Voir*, dans le numéro du 15 juillet, l'article général de M. Fabry sur cette Exposition, et, dans le numéro du 15 août, l'article de M. Bidot sur le Palais de l'Énergie.

rêt étant plutôt réduit au point de vue technique. Néanmoins, dans cet ordre d'idées, disons que l'on tend en général à dissimuler le plus possible la lumière dans les sujets en bronze, pour s'en servir par réflexion et en obtenir le relief du sujet principal. Nous trouvons ce genre d'objets parfaitement étudié dans l'exposition de lustrerie de la COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE.

Pour la **ventilation**, soit domestique, soit industrielle, nous trouvons une très grande variété de modèles, dont beaucoup sont déjà connus. Les ventilateurs de table, les ventilateurs-appliques sont toujours de même construction que celle que nous leur connaissions antérieurement, mais on a créé des modèles permettant à ces derniers de s'orienter à gauche et à droite automatiquement; d'autres suspendus à une tige tournent d'une façon continue autour de cette tige, envoyant leur gerbe de déplacement d'air tout autour d'eux.

Les ventilateurs hélicoïdes, qui étaient peu utilisés dans les applications domestiques, servent actuellement pour le renouvellement de l'air vicié et chaud des habitations; nous en trouvons un exemple au stand de la maison MONGIN.

Dans le stand de la SCUOLA CIVICA DI ARTI E MESTIERI de Gênes, nous trouvons toute une série de ventilateurs centrifuges depuis les débits les plus faibles jusqu'aux plus forts. Les moteurs sont montés sur le même arbre et sont très bien compris.

Comme **chauffage domestique**, nous trouvons les appareils bien connus de la maison PARVILLÉE FRÈRES (bouillottes, chaufferettes, etc.). Nous retrouverons un grand nombre d'appareils de cette espèce dans la MAISON MODERNE (*voir* plus loin).

L'énergie électrique, qui se transforme si facilement en chaleur, ne produit du froid d'une manière industrielle que par l'intermédiaire de l'énergie mécanique; il n'existe pas, jusqu'ici, de machine à glace électrique. Mais le moteur électrique se prête bien à la mise en mouvement des machines à glace. Cela justifie l'exposition, à Marseille, de la très remarquable machine frigorifique AUDIFFREN. Cet appareil, qui, en décembre dernier, a été présenté à l'Académie des Sciences par M. d'Arsonval, constitue quelque chose d'entièrement nouveau dans le domaine des machines à glace de faible ou moyenne puissance. C'est une machine à anhydride sulfureux, comportant les organes nécessaires à toute machine de ce genre : compresseur, servant à liquéfier dans le condenseur le gaz provenant de l'évaporation du liquide dans le réfrigérant; mais elle présente cette particularité nouvelle que tout l'ensemble tourne d'une seule pièce et qu'il est entièrement fermé, et par suite rigoureusement étanche. L'appareil se compose de deux capacités, à peu près sphériques, tournant ensemble, et reliées par un arbre creux. La plus petite joue le rôle de réfrigérant; elle plonge dans le liquide à refroidir, et contient le liquide sulfureux qui subit évaporation. L'autre capacité sert de condenseur et contient à son intérieur le mécanisme de compression. Lorsque tout l'ensemble tourne, le cylindre de ce mécanisme, librement suspendu, reste vertical grâce à une masse de plomb qui le leste. Le compresseur est immergé dans l'huile; l'anhydride sulfureux liquéfié se sépare de l'huile par différence de densité, et retourne au réfrigérant. Tout l'ensemble est mis en rotation par une poulie extérieure. Le plus petit modèle est mû par un moteur de 0,5 cheval au plus. Le réfrigérant plonge dans l'eau à congeler : au bout de 5 minutes, la sphère tournante commence à se recouvrir de glace; on obtient 5^{kg} de glace par heure. Ce modèle est d'un très grand intérêt pour les usages domestiques, et aussi pour les hôpitaux, où il peut être très important d'avoir en très peu de temps de la glace faite avec de l'eau pure. Dans les modèles plus importants, le réfrigérant tourne dans de l'eau salée où sont plongés les moules contenant l'eau à congeler.

La classe de l'**éclairage public et privé** est très intéressante aussi.

La Société RÉGINA BOGENLAMPEN FABRIK recommande surtout l'éclairage indirect par le plafond au moyen de ses lampes spéciales adoptées dans les filatures. Elle nous montre ses diverses combinaisons de réflecteurs et ses lampes à arc de faible intensité, d'une durée d'éclairage de 250 heures à 2,2 et 4 ampères sous 110 volts. La maison BARDON nous donne, outre ses lampes ordinaires, des lampes spécialement réglées pour 25 périodes : on sait que les réseaux à 25 périodes sont réellement intéressants pour la force motrice, mais offrent encore pour l'éclairage par arcs de véritables difficultés. Les Sociétés ROUSSELLE ET TOURNAIRE, RICHARD HELLER, les ATELIERS DE MÉCANIQUE DE PRÉCISION DE TERRITET donnent toutes des échantillons de lampes à arc diverses.

Enfin, la SOCIÉTÉ FRANÇAISE A. E. G. nous a donné de bons exemples d'installations dans le parc de l'Exposition avec ses lampes au mercure en quartz.

C'est encore pour les arcs que la consommation spécifique arrive par bougie à être la plus basse, mais nous ne sommes néanmoins pas encore prêts d'atteindre le maximum de rendement lumineux.

Par les lampes à incandescence, nous devons noter cependant bien des essais et des résultats qui semblent atteindre d'un peu plus près l'économie théorique cherchée. Nous avons vu en effet apparaître la lampe Tantale avec une consommation de 1,5 à 1,7 watt par bougie, puis ensuite la lampe Osram avec 1,1 à 1,2 watt par bougie; enfin, actuellement, nous avons, par la SOCIÉTÉ LACARRIÈRE, les échantillons de la lampe Z au zircone qui consomme 0,90 à 0,96 watt par bougie. Quels sont les résultats qu'on obtiendra par la suite? Il faut espérer que les procédés de fabrication de ces lampes s'amélioreront et que le coût élevé de 3^{fr} à 5^{fr} la lampe baissera dans de notables proportions en détrônant notre vieille lampe au filament de carbone.

Avec ces différentes lampes, nous trouvons les appareils appropriés, et la C. W. FRAUENLOB, de Zurich, offre ses divers réflecteurs spéciaux pour l'éclairage direct et indirect des ateliers.

La lampe Nernst ne paraît pas avoir beaucoup séduit les constructeurs, car nous ne trouvons aucun échantillon de cette lampe dans le Grand Palais. Seuls les portiques d'entrée du parc en comportent une ou deux séries.

L'**appareillage électrique**, qui fait encore partie de



cette classe, est représenté par les maisons Grivolas, Gardy, Granoux et Cie, et dans la section italienne Grimoldi et Cie.

Dans le petit **appareillage pour lampes à incandescence** la douille à baïonnette à pastille en S semble devoir être universellement adoptée; les douilles Edison de grandeurs spéciales et à pas de vis tantôt à gauche, tantôt à droite ou à profondeur variable, paraît se prêter plutôt aux lampes spéciales à forfait des diverses Sociétés de distribution. Un autre point à remarquer est le suivant : tous les constructeurs s'efforçaient d'effectuer sur leurs commutateurs de lampes à forfait des dispositifs de plombage; cette disposition n'étant que très peu utilisée, les fournisseurs commencent plutôt à simplifier leurs appareils en cherchant en même temps des pastilles centrales en diverses matières autres que la porcelaine, permettant ainsi de résister plus longtemps au choc des ruptures brusques demandées. La rotation continue dans le même sens, pour les interrupteurs, est de plus en plus adoptée; les couvercles, toujours si fra-

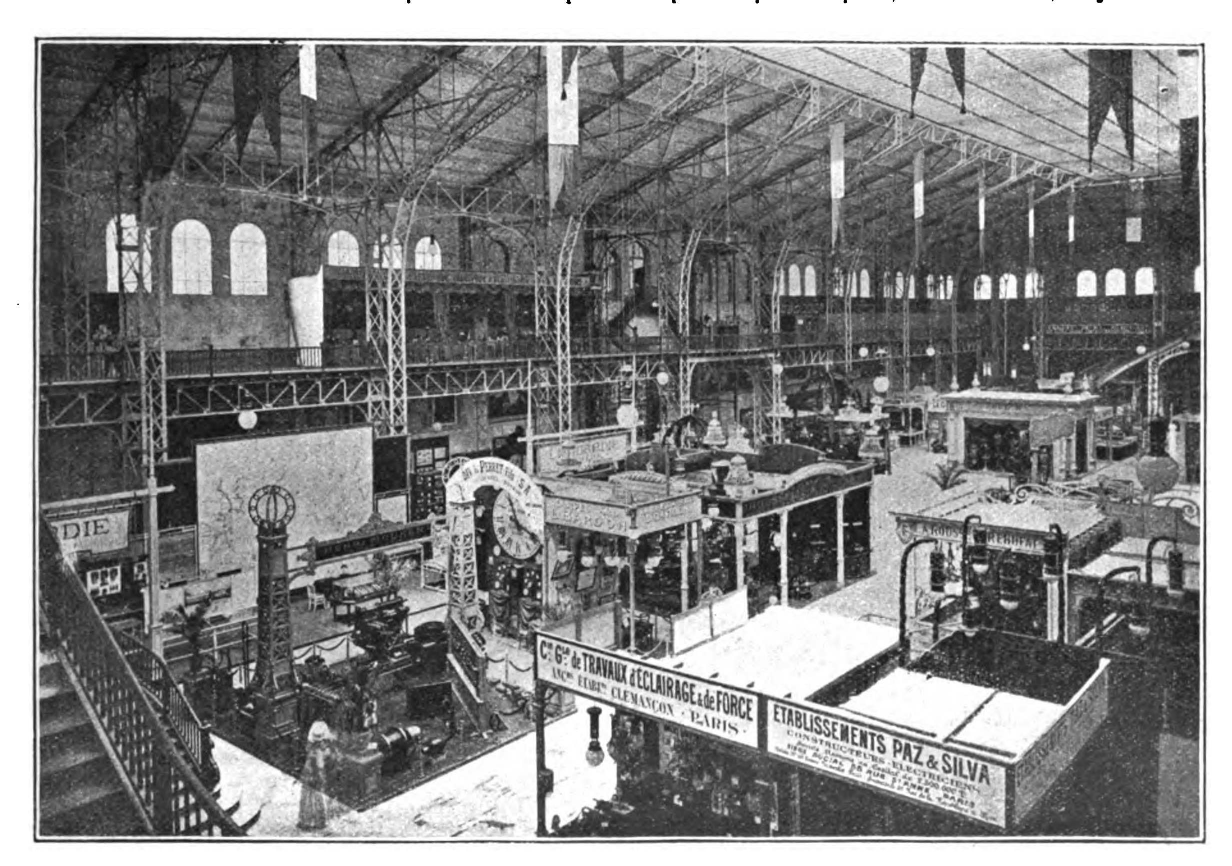


Fig. 2. — Intérieur du Grand Palais.

giles et si fréquemment brisés dans l'usage, tendent aussi à être supprimés; la forme bloc nous a paru se développer dans cet ordre d'idées.

Dans les **appareillages de tableaux**, les interrupteurs à couteaux sont modifiés avantageusement. On a reconnu avec juste raison que les couteaux devaient servir seuls à assurer la jonction du circuit; la charnière de l'appareil, ne livrant ainsi pas passage au courant, ne peut s'échauffer par mauvais contacts. Les coupe-circuits fusibles de tableaux sont encore adoptés pour les faibles intensités et pour la basse tension; encore possèdent-ils généralement une poignée en fibre ou en porcelaine pour prendre l'appareil de fixation des plombs. Ce dernier est mobile et se remet en place comme un couteau de sectionnement entre des mordaches à ressort. En dehors de ce cas, les interrupteurs à déclenchement à maxima sont presque toujours adoptés, et nombreux sont les appareils à commande à distance pour haute tension, qui se compliquent bien souvent, dans la section italienne, d'un contact avertisseur déclenchant un volet de lecture, une sonnerie ou même encore allumant une lampe de couleur suivant leurs positions.

La **verrerie**, question de goût et de formes, n'offre rien de bien nouveau ni d'intéressant.

Le **matériel de théâtre et d'illuminations** semble avoir été l'objet d'une attention spéciale des constructeurs. Nous avons déjà parlé du système d'illuminations par petites lampes de 8 à 14 volts en série de la Société française A. E. G. En dehors de cela, nous avons toujours les bandes Paz et Silva présentées par la Société géné-

rale des Travaux d'Éclairage et de Force. Elle nous donne aussi les différents appareils automatiques d'allumage des motifs, lettre par lettre, mot par mot, ou même lampe par lampe à une ou plusieurs couleurs et même à plusieurs mots sur le même motif. Les lettres lumineuses en verre soufflé semblent prendre la place qu'elles méritent, les fleurs en soie et les feuillages de décoration restant toujours ce que nous les connaissions.

Les jeux d'orgues de la Société française A. E. G. sont très condensés et d'une manœuvre très simple. Une application en a été faite au théâtre international de l'Exposition.

Dans la Section de la **radiographie** et de **l'électricité médicale**, nous remarquons les appareils de la maison Rousselle et Tournaire, les très belles radiographies de G. Drissler et le laboratoire de l'Institut Salus à Zurich. Le stand de la maison Rousselle et Tournaire est particulièrement intéressant. Les bobines d'induction sont bien améliorées dans leur construction et sont faites jusqu'à 1^{m} de longueur d'étincelle. Les interrupteurs électrolytiques Wehnelt et Simon se montent à une, deux et trois, jusqu'à six électrodes; ils peuvent fonctionner sous les yeux du public. Les tableaux que construit cette maison pour les usages médicaux peuvent se monter sur tout courant, continu, mono ou triphasé, de 65 à 600 volts. Ces installations sont raccordées directement, c'est-à-dire sans convertisseur, même avec des tensions continues de 300 à 600 volts. La technique radiographique s'est enrichie d'un très grand perfectionnement par l'application du tantale aux tubes de Rœntgen. Le tantale, étant très difficilement fusible, convient en effet particulièrement bien comme anticathode. Il en résulte une grande constance dans le vide par rapport aux ampoules ordinaires. Mentionnons en terminant les appareils électro-médicaux pour la galvanisation, la faradisation, la galvano-caustique, etc.

On a cru devoir rattacher à cette Section, comme application à l'hygiène, l'**application de l'ozone à la purification de l'eau**, bien que cette industrie appartienne aussi bien à l'électrochimie. On connait l'importance industrielle prise par ce gaz depuis qu'on a reconnu son aptitude à stériliser parfaitement les eaux d'alimentation urbaine sans y laisser aucune trace de produit nuisible. Les essais n'avaient été tentés jusqu'ici qu'en Allemagne; aujourd'hui, l'application de l'ozone à la stérilisation se généralise. La Compagnie générale de l'ozone, qui a installé un appareil industriel dans le Grand Palais, donne et cite comme références l'usine de Saint-Maur à Paris et l'installation de la ville de Nice. L'appareil exposé, qui est en fonctionnement, produit l'ozone par un appareil Abraham et Marmier : il consiste en condensateurs dont les armatures, recouvertes de lames de verre, sont soumises à une tension alternative de 15000 volts. On emploie le courant à 50 périodes, et un transformateur peut élever la tension. De l'air sec circule dans l'espace compris entre les armatures, où se produit l'effluve. L'air sortant de l'ozoneur va agir sur l'eau à épurer, avec laquelle il est mis en contact aussi intime que possible au moyen d'une sorte d'éjecteur, dans lequel l'eau est envoyée sous pression. Au moment où elle sort de l'appareil, l'eau possède une forte odeur d'ozone, qu'elle perd en quelques minutes, l'ozone se transformant spontanément en oxygène. La consommation d'énergie serait d'environ 2 kilowatts-heure pour 100$^{m^3}$ d'eau.

Un autre appareil à ozone de petites dimensions est exposé par la maison Rousselle et Tournaire; le procédé de fabrication de l'ozone est, en principe, toujours le même, mais l'appareil dont il s'agit est étudié en vue des petites installations; c'est un véritable appareil domestique, permettant de se procurer de l'eau potable dans chaque maison.

Arrivant aux **appareils de mesure**, il faut faire une place à part aux **compteurs**, qui intéressent tout particulièrement les producteurs aussi bien que les acheteurs d'énergie électrique. Ces appareils sont représentés, dans le Grand Palais, par la Compagnie pour la fabrication des compteurs, la Compagnie anonyme continentale pour la fabrication des compteurs, la Compagnie de Constructions électriques des Compteurs B. T., les Ateliers de Mécanique de précision de Territet, la Société des Compteurs horaires Aubert. La Société française A. E. G. expose aussi un certain nombre de ses compteurs dans son stand du Palais de l'Énergie.

Les nouveautés, dans ce genre d'appareils, proviennent moins de l'invention de principes nouveaux que des combinaisons nouvelles qu'exigent les modes, de plus en plus variés, de tarification. On retrouvera les divers modèles connus de compteurs à double tarif. La nouveauté la plus intéressante paraît être l'introduction des compteurs à dépassement, qui répondent au contrat à forfait avec vente au compteur lorsque le forfait est dépassé : l'acheteur d'énergie paye annuellement une somme fixe, qui lui donne droit de consommer de la puissance jusqu'à une valeur fixée W_0. S'il consomme, pendant un temps t, une puissance W supérieure à W_0, il paye en outre, à un tarif fixé, la quantité d'énergie $(W - W_0)t$. C'est cette quantité que le compteur doit enregistrer. Dans le compteur à dépassement de la Compagnie continentale, un disque tourne à vitesse constante, tandis que le disque du compteur tourne avec une vitesse proportionnelle à la puissance consommée. Un train différentiel fait tourner la minuterie avec une vitesse proportionnelle à la différence des vitesses des deux disques, et cela seulement lorsque le disque du compteur tourne plus vite que l'autre, grâce à un encliquetage. Si l'on veut changer la valeur forfaitaire W_0, il suffit de modifier la vitesse du mobile constant, ce que l'appareil permet de faire très facilement. Le contrat à forfait avec dépassement est maintenant fort répandu, surtout dans la région du Sud-Est, pour les applications du courant à la force motrice.

La même Compagnie ainsi que la maison Grimaldi et Cie, de Milan, exposent l'indicateur de puissance maximum pour l'application du tarif de Wright; ces appareils sont construits jusqu'à 60 ampères directement, et jusqu'à 400 avec shunt.

Les compteurs horaires sont toujours fort répandus, à cause de leur bas prix, soit dans un but de tarification, soit comme appareils de contrôle dans les industries qui utilisent un nombreux personnel. On les uti-

lise même sur les voitures de tramways. La Société des Compteurs Aubert en a vendu 60000.

Parmi les **appareils de mesure divers**, autres que les compteurs, nous devons citer :

Les appareils de la COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS, qui, depuis quelques années, a fait un grand effort pour perfectionner les appareils de mesure de toute espèce. On trouvera la série, maintenant bien connue, de ses appareils de contrôle à cadre mobile du système Meylan; le pyromètre de Féry, utilisant le rayonnement du corps dont on veut mesurer la température, et qui donne cette température par lecture directe sur un cadran dès que la lunette a été orientée; le fluxmètre de Grassot, qui donne par lecture directe les variations du flux qui traverse un circuit, et qui est actuellement l'appareil le plus commode pour mesurer un flux de force ou intensité de champ magnétique.

La maison J. RICHARD expose la série des enregistreurs dont elle s'est fait une spécialité; en outre, un indicateur de sens de puissance, un phasemètre, etc.

La maison ROUSSELLE ET TOURNAIRE, concessionnaire des brevets Siemens, expose les appareils de ces fabricants. Ce sont d'abord les appareils de tableau : appareils à cadre mobile pour courant continu, à champ tournant pour courant alternatif, appareils à fer doux. Comme appareils de contrôle et de laboratoire, nous retrouvons les wattmètres Siemens bien connus, avec une variante nouvelle : le wattmètre pour courants triphasés, donnant par une seule lecture la puissance totale même quand les phases ne sont pas équilibrées. Il se compose de deux wattmètres, dont les bobines mobiles sont montées sur le même axe. Un montage spécial permet d'éviter l'action du circuit fixe de chaque wattmètre sur le circuit mobile de l'autre. Comme voltmètres et ampèremètres, il faut citer des appareils basés sur le principe de l'électrodynamomètre, utilisables aussi bien pour l'alternatif que pour le continu. La même maison expose plusieurs enregistreurs, parmi lesquels il faut citer un enregistreur par étincelles : le papier est perforé par une étincelle qui jaillit de l'extrémité de l'aiguille; celle-ci ne touche pas le papier, ce qui évite tout frottement. Enfin, comme appareils de laboratoire, citons le pont de compensation, ou potentiomètre, de Richter; le galvanomètre cuirassé de Rubens avec suspension Julius pour éviter les trépidations; l'appareil Richter pour l'essai de perméabilité des tôles.

La maison OLIVETTI et Cie présente une série d'appareils de tableau et des enregistreurs d'une construction particulièrement robuste.

La **télégraphie**, la doyenne des industries électriques, a conservé une grande importance, surtout si l'on y joint les divers appareils servant à transmettre des signaux de toute espèce : téléphones, sonneries et appels divers, horloges électriques. Dans ce groupe, le SOUS-SECRÉTARIAT DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES a exposé toute la série des appareils utilisés par l'Administration française, depuis le télégraphe Chape jusqu'au Baudot multiple. L'intérêt de cette exposition est surtout rétrospectif.

La maison ARTURO PEREGO ET Cie expose des postes combinés pour lignes parallèles à celles de hautes tensions. Ces appareils sont sur les circuits secondaires de petits transformateurs. La personne est donc protégée.

La maison ROUSSELLE ET TOURNAIRE expose des postes divers à plusieurs circuits, des postes à haute tension, des postes portatifs destinés à l'armée, des sonneries les plus diverses. Elle nous montre aussi son système d'avertisseurs d'incendie donnant au poste central des pompiers le numéro du poste appelant; la nécessité s'en est fait bien souvent sentir quand des personnes essoufflées brisant la glace appelaient du secours sans désigner l'endroit à secourir.

Un poste complet de radiotélégraphie, transportable, est exposé par la même maison; il est destiné aux usages militaires, et est alimenté par une dynamo à courant continu mue par un moteur à essence.

L'installation de Rousselle et Tournaire est complétée par tout un réseau d'horloges électriques réglées et mises à l'heure par l'électricité. Le fonctionnement des horloges est constamment contrôlé et les arrêts sont pour ainsi dire impossibles.

DAVID PERRET FILS, de Neuchâtel, donne aussi toute une série d'horloges commandées électriquement. Ces appareils, d'une précision remarquable, sont susceptibles pendant plusieurs mois de ne pas dépasser une variation diurne de plus de $\frac{8}{100}$ de seconde, comme l'a constaté M. le Dr Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.

M. FÉNON, de Besançon, expose une horloge, synchronisée par l'horloge régulatrice de l'Observatoire de Marseille. Cette horloge est du même modèle que celles qui sont placées à la Faculté des Sciences et près du port de la Joliette; elles font partie du même réseau, et donnent l'heure, sans correction, à quelques dixièmes de seconde près (c'est-à-dire avec toute la précision dont est susceptible la détermination de l'heure). Ces horloges, à la disposition du public, rendent de grands services aux horlogers et aux navigateurs, qui viennent y régler leurs chronomètres.

Rappelons enfin, à propos de la télégraphie et téléphonie, qu'une exposition importante de téléphonie se trouve dans le stand de la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES (Palais de l'Énergie), et qu'un poste de radiotélégraphie, organisé par la SOCIÉTÉ C. G. R. (Carpentier, Gaiffe, Rochefort), est installé dansle parc.

Dans le groupe des **matières premières** utilisées par l'industrie électrique, nous trouvons des expositions d'huiles de graissage, d'huiles isolantes pour transformateurs, de produits isolants de toute espèce : vernis isolants, fibre, mica et micanite, amiante, cartons isolants, etc. Un grand nombre de ces produits nous sont présentés sous forme de carcasses de bobines et pièces moulées de toutes formes. Une mention spéciale est due aux isolateurs en porcelaine. Les Sociétés exposantes sont PARVILLÉE FRÈRES ET Cie, PAUL SCHRŒDER, ingénieur à Stuttgart, et PORZELLAN FABRIK HERMSDORF. Cette dernière maison nous montre toutes sortes d'isolateurs en porcelaine à haute tension pour 100000 ou 120000 volts, nous donne un exemple de traversée de mur à cette tension et un exemple de résistance mécanique

d'un de ces isolateurs supportant un effort de 2500^{kg} à une de ses extrémités. Cette usine utilise en Allemagne 24 fours, 1400 ouvriers et 8 salles de vérification et d'essai d'isolateurs. Elle a vendu plus de 3 millions d'isolateurs haute tension depuis 1902. La Société PORZELLAN FABRIK, PH. ROSENTHAL ET Cie, non moins importante que la précédente, donne, en outre de ses isolateurs haute tension, toutes les formes de pièces en porcelaine pour petit appareillage.

Les isolateurs en verre qu'on a vus au Palais de l'Énergie rivalisent avec ceux en porcelaine et leur sont même supérieurs à certains points de vue : la matière étant homogène, il n'y a pas à craindre d'accident produit par cassure de la couche de vernis superficielle; toute fêlure est facilement visible.

La Section de l'**Enseignement** offre une trentaine d'expositions de diverses écoles de France et de l'étranger, consistant en plans, photographies, graphiques, cours et travaux d'élèves.

L'**Exposition rétrospective** de l'Électricité a été organisée par les soins d'une Commission présidée par M. E. Sartiaux, qui avait déjà organisé une exposition analogue en 1900; M. Fabry, l'un des vice-présidents de cette Commission, s'est chargé de l'organisation sur place. Les électriciens y trouveront de nombreux appareils leur rappelant des souvenirs de l'âge héroïque de leur industrie.

Nous trouvons d'abord dans les appareils générateurs de courant électrique : les piles avec un des premiers éléments Leclanché; puis la première dynamo en anneau construite en 1867 par Pacinotti; la dynamo Gramme construite et présentée par lui-même à l'Académie des Sciences en 1871. Il est fort curieux de comparer ces deux machines qui constituent, de la part de deux inventeurs différents, la réalisation d'idées semblables dues, la seconde à un homme d'atelier, l'autre à un homme de sciences. En 1886, nous trouvons la dynamo Rechniewski, puis la bipolaire Edison à colonnes; la dynamo à induit ouvert Thomson-Houston ayant servi à l'éclairage public de Marseille par lampes à arcs en série (10 ampères, 2000 volts) jusqu'au 11 mai 1908.

L'alternateur triphasé ayant servi au transport de force de Laufen à Francfort en 1891 est aussi là, nous rappelant le début des courants triphasés.

Ensuite, pour passer rapidement, nous trouvons toute la genèse de construction des câbles qui nous montre les progrès accomplis dans cet ordre d'idées, branche si essentielle pour l'instant, pour la transmission de l'énergie. Nous voyons en outre des séries d'isolateurs en porcelaine de forme variée, blanche et brune, des isolateurs en verre de la verrerie royale fondée en 1709. Des parafoudres de tous genres, des transformateurs divers complètent la série des transmissions d'énergie. Du côté lumière, nous trouvons la bougie Jablokoff datant de 1876, les lampes à arc de Foucault (1848), Mersanne, Jaspai de Liége (1881), la lampe Gramme utilisée par la machine classique de « l'Alliance » construite par Joseph van Malderen, la lampe Edison à incandescence; la lampe Soumbeayn, de dimensions énormes, termine cette intéressante série.

Dans la catégorie des compteurs et appareils de mesure l'Exposition possède de curieux spécimens; ce sont les compteurs Goubert à jet d'eau, les premiers appareils Deprez-d'Arsonval, les anciens voltmètres thermiques Cardew, les électromètres construits par Volta envoyés par la ville de Turin, le premier compteur Edison.

Dans la classe des moteurs nous signalerons les moteurs à champ tournant construits par Galileo Ferraris, des moteurs de traction Oerlikon et Westinghouse.

La télégraphie et la téléphonie présentent aussi d'intéressants spécimens, notamment une série de bandes de réception des divers systèmes de télégraphe, parmi lesquels on remarquera un fort joli dessin transmis par le pantélégraphe Caselli, cet appareil si ingénieux, bien oublié aujourd'hui, qui a été en service entre Paris et Marseille il y a 40 ans.

Enfin, toujours dans le Grand Palais, on a groupé, sous le nom de **Section italienne**, un certain nombre de maisons de la Haute-Italie, qui pour la plupart auraient eu leur place rationnelle dans le Palais de l'Énergie. Leur groupement permettra de se faire une idée de l'importance qu'a prise l'industrie électrique dans cette région. Parmi les exposants de cette section qui n'ont pas encore été cités, il faut noter : les usines de l'INGÉNIEUR GIAMPURO CLERICI ET Cie pour les moteurs et les ventilateurs centrifuges, les transformateurs et génératrices à courant alternatif et continu, les pompes électriques, etc.; les maisons E. BERTETTI ET C^{o} ET PIRELLI et Co pour les fils électriques; C. GRIMOLDI ET C^{o} pour l'appareillage à haute et basse tension ; la maison G. GOLA de Turin pour les parafoudres à haute tension pour lignes aériennes; la maison MARIETTI ET C^{o}, ingénieurs à Turin, pour les tubes isolants (système Bergmann); la COMPAGNIE DE CONSTRUCTIONS GADDA ET Cie pour les applications mécaniques industrielles.

Le Grand Palais est complété par une galerie, au premier étage, où l'on accède par des escaliers et quatre ascenseurs gratuits. On y trouve un certain nombre de boutiques où sont vendus des objets ayant avec l'électricité un rapport plus ou moins lointain. Dans une salle a été aménagée une bibliothèque, où sont rassemblés des ouvrages et périodiques relatifs à l'électricité envoyés par les éditeurs. Enfin, une partie de la galerie est occupée par une exposition d'estampes et gravures en couleur, où sont exposées un grand nombre d'œuvres qui, pour n'avoir pas un caractère scientifique, n'en sont pas moins d'un grand intérêt.

Le Palais de la Traction et des Mines. — Le Palais de la Traction et des Mines réunit, comme son nom l'indique, tout ce qui a rapport aux tramways, chemins de fer et automobiles et aux engins employés dans les mines. La charpente métallique qui constitue cette construction est celle d'un des dépôts de voitures de la Compagnie des Tramways de Marseille; elle sera, après l'Exposition, démontée et rendue à sa destination.

Dans le domaine de la traction, nous trouvons d'abord les expositions des diverses Compagnies de tramways.

La COMPAGNIE GÉNÉRALE FRANÇAISE DE TRAMWAYS, dont le réseau le plus important est celui de Marseille, expose une voiture du dernier modèle avec banquettes perpendiculaires au sens de la marche et avec passage médian. Elle représente les différentes parties de cette voiture et l'on peut se rendre compte de la construction solide et soignée de tous les organes. Elle a décomposé et exposé un moteur en toutes ses parties essentielles et indique même le bobinage adopté. Tous les organes de la voiture sont ainsi démontés et exposés, depuis le contrôleur manœuvré par le wattmann jusqu'au trôlet, aux freins électriques, etc.

La Maison SCHNEIDER expose dans ce stand le matériel de voie et de roulement qu'elle fournit. Elle montre l'excellence de ses métaux par les déformations à froid qu'elle leur a fait subir.

Les ACIÉRIES EDGARD ALLEN présentent des pièces analogues aux précédentes et donnent un modèle réduit d'aiguillage de voie de tramways.

Les TRAMWAYS DE TOULON et les réseaux de tramways que la Compagnie générale française possède dans diverses villes sont aussi représentés dans le stand précédent.

Les TRAMWAYS DE L'EST-PARISIEN exposent leur modèle de voie à prise de courant souterraine en caniveau; notamment, un aiguillage et un croisement sont assez intéressants. Cette Société montre aussi une demi-voiture coupée de celles en service actuellement à deux boggies, actionnées par deux moteurs de 40 chevaux.

Les TRAMWAYS DE BORDEAUX exposent un appareil à signaux pour voie unique et des plans et photographies montrant le développement de leur réseau.

Nous apercevons ensuite un train de trois voitures, deux motrices extrêmes entourant une remorque, de la COMPAGNIE DES TRAMWAYS DE NICE-BEAULIEU-MONACO. Ce train est à unités multiples. Le wattmann commande ses moteurs, ses freins, son chauffage de chaque contrôleur sur les voitures extrêmes. Celles-ci ont deux classes et les premières sont d'un luxe simple, mais confortable. De grandes glaces ferment les voitures, permettant de voir avec facilité le paysage.

Les TRAMWAYS DE GÊNES, équipés par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, nous font voir deux voitures à voie de 1^{m} avec moteurs de 30 chevaux à 20 places assises et 20 debout. Le poids de la voiture à vide est de 10500^{kg}.

Arrivant aux expositions des Compagnies de chemins de fer, nous trouvons :

La COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE, qui a installé une réduction de voie type pour faire la démonstration de son block-système automatique électrique système Bujon. Cet appareillage est basé sur l'emploi du circuit de voie, c'est-à-dire un circuit électrique alimenté par des piles et circulant dans les rails mêmes de la voie, à l'exclusion de fils aériens, et actionnant des relais, lesquels commandent les signaux de protection. Le poste de block automatique exposé B est intercalé entre deux blocks enclenchés P.-L.-M, A et C : il s'adresse seulement aux trains circulant dans le sens AC.

L'appareil A n'est débloqué après le passage d'un train et ses signaux ne sont libérés que : 1° si le train a franchi tout entier le secteur AB; 2° si les signaux automatiques de B sont bien effectivement à l'arrêt, couvrant ainsi le train qui est dans le canton BC.

D'autre part, le bloqueur du poste C ne peut débloquer les signaux du poste automatique B et permettre à ceux-ci de se mettre à voie libre que lorsque le train tout entier a franchi les signaux du poste C.

Comme appareils relatifs à la traction électrique proprement dite, la Compagnie P.-L.-M. expose divers appareils provenant de sa ligne électrique Le Fayet-Chamonix-Le Chatelard. On sait que cette ligne (dont le dernier tronçon, inauguré le 1er juillet, se raccorde avec la ligne suisse Chatelard-Martigny, formant ainsi une ligne électrique de 70^{km} environ entre Le Fayet et Martigny) utilise du courant continu à 500-600 volts, distribué par troisième rail. Les trains sont à automotrices multiples. En un mot, l'équipement est, au point de vue électrique, identique à celui de notre Métropolitain. La Compagnie expose un truck de voiture motrice, possédant deux moteurs de 75 chevaux avec prise de courant sur troisième rail. Elle a aussi amené un chasse-neige automoteur de 150 chevaux en usage sur la ligne électrique de Chamonix. On peut se rendre compte de son fonctionnement en examinant les très belles photographies exposées représentant cet appareil soulevant devant lui des montagnes de neige qui le recouvrent presque complètement, afin de dégager la voie.

Enfin, le P.-L.-M. expose un redresseur de courants alternatifs du système Auvert-Ferrand (deux ingénieurs de la Compagnie). Cet appareil, décrit antérieurement avec détails dans ce journal, se place sur les locomotives qui reçoivent directement du courant à haute tension mono ou triphasé, tandis que le courant continu produit actionne les moteurs de traction.

Nous rappellerons le fonctionnement d'un redresseur bipolaire, quoique les appareils de MM. Auvert-Ferrand soient plus compliqués; mais le principe en est toujours le même.

Considérons un anneau lamellé de Gramme sur lequel nous aurions placé deux enroulements occupant chacun le quart de la circonférence de l'anneau. Les enroulements donnent un flux de même sens se fermant dans l'anneau même. Sur le même axe que celui-ci est monté un collecteur ayant l'aspect extérieur d'un collecteur à dynamo à courant continu, mais qui en diffère cependant en ce qu'il est divisé en quatre parties égales dont deux formées de lames isolées et les deux autres constituées par une portion de cylindre remplissant l'intervalle compris entre les parties lamellées.

Les lames isolées sont respectivement reliées aux différentes sections des enroulements comme dans l'anneau Gramme et les extrémités de ces derniers aux parties non sectionnées du collecteur.

Les parties pleines du collecteur sont reliées à deux bagues recevant le courant alternatif à redresser. Deux balais opposés s'appuyant sur le collecteur servent à recueillir le courant redressé.

On conçoit déjà que, si l'on fait tourner l'anneau au

synchronisme de manière que les balais continus soient sur les coquilles pleines pour la première partie de la période et sur les touches isolées du collecteur pour l'autre partie, on pourra obtenir ainsi un redressement du courant alternatif fourni.

On se rend compte aussi que si l'on rapproche les balais du courant redressé, dont un par exemple sera fixe, on constate, par les indications d'un voltmètre relié à ces balais, que la tension va en décroissant au fur et à mesure que l'angle qui les sépare devient plus petit. Le redresseur peut donc servir non seulement à obtenir du courant redressé, mais aussi à obtenir un courant à tension variable à volonté.

Dans les appareils industriels de MM. Auvert-Ferrand on a monté deux collecteurs, un de chaque côté de l'anneau; de plus, ces anneaux sont multipolaires, ce qui a permis de réduire leur vitesse. L'appareil complet comprend deux anneaux et quatre collecteurs alimentés séparément du côté alternatif par un transformateur spécial.

L'appareil exposé reçoit 270 ampères à 170 volts en alternatif, tourne à 750 tours et donne ses 400 kilowatts environ en continu avec des tensions variant de 0 à 250 volts.

Il a été construit par MM. Schneider et Cie, au Creusot.

Les Chemins de fer de la Haute-Italie nous donnent des exemples nombreux de la traction électrique appliquée aux lignes de chemins de fer.

Cette région sera bien desservie par les différentes lignes construites ou projetées, telles que :

	km
Genova-Busalla	20
Tunnels autour de Gênes	11
Savonna-S.-Giuseppe	20
Domodossola-Iselle	19
Gallarate-Arona	25
Gallarate-Laveno	31
Milano-Lecco-Usmate-Calolzio, etc	94
Bardonecchia-Modane	19
Napoli-Salerno-Torre-Castellamare	59

formant un total de 300^{km} environ.

Ajoutons encore les lignes exploitées de :

Lecco-Colico-Sondrio	179^{km}
Colleo-Chiavenna	
Milano-Varese-Ceresio	

Nous aurons ainsi près de 500^{km} de traction électrique sur voies ferrées, chiffre que nous sommes loin d'avoir atteint en France.

La plupart de ces applications ont les caractères généraux de l'installation faite pour la ligne de la Valteline.

L'exécution de ce programme a eu son commencement en 1906 et doit être terminé en 1911.

L'État italien, dans son stand à l'Exposition, montre les photographies des locomotives et des wagons en usage actuellement; nous n'avons pu qu'admirer ce bel outillage et souhaiter d'avoir rapidement sur nos grandes lignes la traction électrique avec le même confort.

Le Groupe suisse des Chemins de fer de montagne de Martigny au Chatelard et de l'Oberland bernois expose de très jolies photographies de la ligne que l'on vient d'inaugurer.

L'**automobilisme électrique** est représenté par la voiture de la Société A. Tribelhorn, à Zurich. Cette voiture est munie d'une batterie d'accumulateurs d'un poids de 250^{kg} seulement avec laquelle on peut faire 75^{km} de route à 25^{km} à l'heure; elle peut gravir des pentes de 20 pour 100 sans risques d'avarie. Elle est très intéressante, mais demande encore des accumulateurs plus légers et d'un rendement plus élevé par kilogramme de plaques.

Passant à la Section des **Mines et industries connexes**, nous trouvons :

La Société des charbonnages des Bouches-du-Rhone, qui expose une des perforatrices ayant servi au percement d'un tunnel de 15^{km} de long qui, partant du fond de sa mine, aboutit à Marseille, à l'extrémité des nouveaux ports. Ce tunnel était destiné à évacuer directement l'eau qui gênait beaucoup l'exploitation de la mine et, éventuellement, à transporter le charbon. Pendant le creusement, on trouva des quantités d'eau importantes, qui jaillissait sous une pression équivalente à une colonne d'eau de 80^{m} environ. On utilisa l'une de ces sources pour actionner une turbine de 50 chevaux, qui entraînait un alternateur triphasé. Le courant ainsi produit actionnait les perforatrices, dont une est exposée. A mesure que les travaux avançaient, on allongeait la ligne qui amenait le courant. Comme de nouvelles arrivées d'eau étaient peu à peu mises à nu, on put plusieurs fois transporter l'usine génératrice, pour ne pas trop allonger la ligne de transport.

La même Société expose une locomotive de mines à voie de $0^{m},80$, équipée avec deux moteurs de 40 chevaux donnant 1500^{kg} d'effort de traction.

La Compagnie marseillaise de charbonnages expose un bloc de charbon tiré d'une veine de 2^{m} d'épaisseur.

La Société Pavin de Lafarge donne les plans de son usine à ciments du Teil et la description de sa distribution électrique par station centrale de 1800 kilowatts à 2000 volts par trois turbo-alternateurs à 50 périodes.

La Société des Grands Travaux de Marseille, qui a exposé dans le Palais de l'Énergie au sujet des distributions d'électricité, possède aussi ici un stand relatif à la traction électrique et aux mines.

Elle a exécuté, comme nous l'avons dit, le réseau d'éclairage et de tramways de Sofia (Bulgarie).

La population de Sofia est à ce jour de 100000 habitants; l'alimentation est faite au moyen de deux usines distinctes : l'une, hydro-électrique, établie à 18^{km} de la ville près du village de Pantcharèvo, sur la rivière Isker; l'autre, thermique, située dans la ville de Sofia même.

L'usine hydro-électrique possède une chute de 55^{m} de hauteur environ et 1600 kilowatts en turbines à aspiration Picard-Pictet accouplées directement à des alternateurs Oerlikon à 7500 volts, 53 périodes.

L'usine à vapeur comprend trois groupes d'une puissance de 400 kilowatts. Elle peut marcher en parallèle avec la première et concourir aux besoins de la ville.

La Société installe actuellement un nouveau groupe de

1000 chevaux. Une usine spéciale alimente les tramways de Sofia. La lumière est distribuée par câbles souterrains et aériens, le primaire à 3440 volts, le secondaire à 156 volts. La longueur totale canalisée est de 60^{km} environ.

La Société des Grands Travaux s'occupe aussi d'autres travaux. Elle a participé avec MM. Fougerolle frères et Palaz à la construction et perforation du tunnel du Ricken, pour le compte des Chemins de fer fédéraux suisses.

Ce tunnel est destiné à relier la région de Saint-Gall à celle du lac de Zurich. La longueur est de 8698^{m}, tout entière en rampe de 15,75 pour 100 du Sud au Nord.

Les chantiers étaient organisés électriquement. La durée des travaux a été de 4 ans par suite de nombreuses difficultés rencontrées et la dépense s'est élevée à 11 millions.

Parmi les constructeurs, nous trouvons :

La COMPAGNIE MAGNOLIA, qui exploite les brevets Peckham pour la construction spéciale des trucks de voitures de tramways pouvant radier d'une façon parfaite dans les courbes; les essieux convergent vers le centre de la courbe en donnant partout un parallélisme complet entre les boudins des roues et les rails. D'après la Compagnie Magnolia, ce dispositif nécessiterait moins de force motrice sur les courbes qu'aucun autre truck et économiserait 50 pour 100 du coût d'entretien du truck moteur, caisse et voie.

La SOCIÉTÉ WESTINGHOUSE présente ses différents freins bien connus; il nous suffit de les citer.

Les CHANTIERS ET ATELIERS DE PROVENCE, pensant au côté service de l'usine, montrent un vagonnet porte-bennes à trois capacités de chargement. Ces bennes servent à transporter les scories de l'usine; elles se déchargent par renversement dans un sens ou dans l'autre.

L'ATELIER DE CONSTRUCTIONS DES CHARPENTES MÉTALLIQUES PANZ nous expose un pont transbordeur en miniature avec passerelle à manœuvre électrique. Nous n'insisterons pas sur cet appareil qu'on connaît suffisamment.

Citons enfin un certain nombre de maisons dont les produits ont, avec la traction, des rapports plus ou moins directs :

La SOCIÉTÉ DE L'ALUMINOTHERMIE (brevets Goldschmidt), qui exploite les procédés bien connus souvent utilisés pour les soudures de rails;

La chaudière BABCOCK et WILCOX, offrant un modèle en réduction de ses chaudières bien connues;

La TURBINE AMERICA SLOAN et Cie expose ses turbines à aubes mobiles;

Les maisons PAULET fils, MILLON, ALCIDE BRUN exposent leurs pétrins mécaniques, qu'on ne s'attendait pas à trouver à côté des tramways électriques.

Le Palais de l'Agriculture. — Ce palais, édifié près de l'entrée de l'Exposition, renferme l'exposition du Ministère de l'Agriculture, des machines agricoles et des objets qui n'ont qu'un rapport assez lointain avec l'électricité.

L'exposition du MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE montre comment s'effectue, sous la direction de M. de la Brosse, le recensement des forces hydrauliques dans la région des Alpes.

Le 25 mars 1903, le Ministère de l'Agriculture a institué un service spécial chargé d'étudier les questions qui se rapportent à l'évaluation des forces hydrauliques en pays de montagne et à l'utilisation de l'énergie produite par l'aménagement des cours d'eau ou de l'eau elle-même. Ces études, signalées antérieurement dans ce Journal, sont publiées et mises en vente à la disposition des intéressés.

L'étude méthodique a nécessité la création d'un certain nombre de stations de jaugeage très intéressantes. Le Ministère expose quelques-uns des appareils employés pour la mesure des débits, ainsi que les maquettes et photographies de deux de ses stations, sur le Drac et sur la Durance.

Quant aux machines exposées dans ce Palais, elles ne présentent pas d'intérêt au point de vue purement électrique. Ce sont des machines agricoles, quelques-unes sans aucun moteur, et d'autres auxquelles est adapté, tant bien que mal, un moteur électrique, qui pourrait être remplacé par n'importe quelle autre machine motrice. Le **moteur agricole** n'est pas encore né.

La **ferme provençale modernisée** peut être considérée comme une annexe de ce Palais. Elle a été aménagée par la SOCIÉTÉ DU SUD-ÉLECTRIQUE, dans le but de faire voir quels services l'électricité pourrait rendre à l'agriculture.

Dans un ensemble ayant l'aspect des fermes provençales, on a installé une série de machines agricoles mues par des moteurs électriques. On voit ainsi que l'électricité peut s'appliquer à tous les travaux d'une ferme :

A la buanderie, par les laveuses, lessiveuses, essoreuses, pompes, etc.;

A la cuisine, par les appareils de cuisson, les fours électriques;

A la laiterie, par l'écrémeuse, les barattes, les tritureuses, les glacières;

A l'huilerie, par les meules, les presses à graines oléagineuses;

Aux chaix, par les presses à vin, les pompes à vin, etc.;

Aux champs, par les pompes diverses, celles de submersion, par les charrues, les presses à foin, etc., les hache-paille, les hache-tourteaux, etc.

Si les électriciens n'ont pas grand'chose à apprendre dans cette exposition, les agriculteurs pourront s'y convaincre que le moteur animé ne sera peut être pas toujours la principale source d'énergie pour les travaux des champs.

Les Exposants du Parc. — Dans le Parc de l'Exposition se trouvent divers pavillons séparés.

Celui de WEISE ET MONSKI est un charmant pavillon rectangulaire avec jardins fleuris à la partie supérieure, arrosé par les pompes de cette Société. On en voit de toute catégorie, de toutes formes, depuis la petite pompe murale domestique mue par un moteur de 0,5 cheval jusqu'aux grosses pompes alternatives à fort débit et grande pression formant un jet d'eau intéressant par

sa hauteur. Il est placé au milieu du bassin situé devant l'édifice.

Viennent ensuite les **serres chauffées** les unes par la vapeur basse pression, les autres par l'électricité système Le Roy, consistant en résistances enfouies sous terre. Nous ignorons les résultats obtenus avec ce dernier système.

La **maison moderne**, édifiée par les soins de la Société du gaz et d'électricité de Marseille, offre au visiteur tout ce que peut donner comme confort l'emploi de l'électricité dans une maison d'habitation : depuis l'ascenseur électrique, la ventilation et l'aspiration des gaz et de l'air vicié, les monte-plats, l'éclairage simple et luxueux, le chauffage, jusqu'aux appareils de cuisine les plus perfectionnés, tout en un mot à l'électricité. Dans ce pavillon, très réussi, plusieurs Sociétés ont exposé, particulièrement pour les appareils de chauffage.

Himmelsbach frères, à Fribourg, ont donné gracieusement tous les poteaux qui se trouvent à l'Exposition. Dans un pavillon situé devant le Palais de la Traction, ils font voir les résultats obtenus par leurs procédés pour la conservation des bois injectés. Ils exposent des poteaux qui ont été en service trente-quatre années consécutives et qui sont encore intacts.

Nous trouvons ensuite la Compagnie générale radiotélégraphique qui a installé dans un pavillon spécial ses appareils et un poste de télégraphie sans fil pouvant communiquer avec ceux des Saintes-Marie (delta du Rhône) et de la tour Eiffel. Deux pylônes de 30m supportent une antenne en éventail. Cette construction se trouve derrière le Palais de la Traction; on en voit les pylônes sur la vue que nous donnons de ce Palais.

Nous arrivons enfin au stand de la maison Breguet. Ce pavillon en fer et fibro-ciment est exposé par Alb. Michaux, constructeur d'édifices démontables. La maison Breguet expose les moteurs asynchrones système Boucherot.

Le moteur se compose essentiellement d'une partie fixe constituée par deux éléments inducteurs ou stators montés dans un bâti commun et d'une partie mobile comprenant deux armatures calées sur le même arbre munies d'une cage d'écureuil spéciale. L'un des stators est fixe et l'autre est déplaçable d'un certain angle autour de son axe.

Ces deux stators sont situés, au repos, l'un par rapport à l'autre, de telle sorte que les enroulements de l'un d'eux soient déplacés de l'espace angulaire correspondant à une demi-période. Cette situation est celle du démarrage. Dans ces conditions les pôles magnétiques excités dans les deux stators suivant les mêmes génératrices sont de signes contraires, et les courants induits dans les barres de la cage d'écureuil, étant en opposition, se réunissent en quantité à travers une frette de maillechort. Le moteur démarre alors absolument comme un moteur à résistances variables dans l'induit. En un mot, on fait varier la différence des phases de deux séries de circuits polyphasés placés en dérivation sur une résistance fixe.

La maison Breguet, qui a pour la France la construction exclusive des turbines à vapeur de Laval, expose un modèle de ces turbines de 1 kilowatt. Elle expose également un puissant projecteur de 90cm dont le faisceau lumineux vient fouiller tous les coins de l'Exposition.

Enfin, la Société d'électricité de la Méditerranée, qui s'occupe de toutes espèces d'installations électriques à Marseille et dans la région, a transporté dans son pavillon des ateliers de réparation. Les constructeurs qui le visiteront pourront se convaincre que la tâche d'entretenir les appareils qu'ils ont vendus n'est pas toujours facile. R. Bidot.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes organisant le contrôle des distributions d'énergie dans plusieurs départements

Par arrêté du 31 juillet 1908 (*Journal officiel* du 5 août 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans le département d'Eure-et-Loir.

Par arrêtés du 17 août 1908 (*Journal officiel* du 21 août 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans les départements du Nord et de la Haute-Saône.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Distribution d'énergie électrique. — Pose de conducteurs électriques sur voie publique. — Permissions de voirie. — Clause de révocation pour des raisons d'ordre ou d'intérêt public ou communal. — Application.

Un abonné a posé la question suivante :

Une commune a donné une autorisation de voirie pour l'établissement de conducteurs électriques en spécifiant : « La présente autorisation est essentiellement révocable sans indemnité. Toutefois, cette révocation ne pourra être prononcée que pour des raisons d'ordre ou d'intérêt public ou communal de quelque nature que ce soit, dont le conseil municipal restera seul juge. »

La commune peut-elle révoquer l'autorisation par le seul motif que, « contraire à l'intérêt public et communal, elle susciterait des difficultés à la commune », alors qu'en fait le retrait de ladite autorisation est ainsi opéré pour permettre à ladite commune de concéder un monopole d'éclairage électrique? La clause ci dessus rapportée permet-elle à la ville d'opérer le retrait de l'autorisation à son gré, en dehors des conditions normales?

Il y a lieu de rappeler brièvement les principes établis par la jurisprudence en matière de révocation des permissions de voirie, et de rechercher ensuite si la réserve prévue par le conseil municipal a pu avoir pour effet dans l'espèce de modifier la portée et l'application de ces principes.

Les permissions de voirie sont données, sur les voies communales, par le maire agissant comme gardien du domaine public; le maire a, en cette matière, un pouvoir absolument discrétionnaire pour délivrer ou refuser la permission demandée. Mais ces permissions, une fois accordées, sont définitives et créent des droits acquis, car, bien que précaires et révocables, elles ne peuvent être retirées que dans l'intérêt de la voirie, c'est-à-dire de la conservation du domaine public, ou de la sécurité, ou de la liberté de la circulation, ou encore lorsque leur maintien aurait pour effet d'engager la responsabilité pécuniaire des communes, ou de consacrer une situation inconciliable avec l'autorité de la chose jugée. Si le retrait est effectué pour toute autre cause, soit dans l'inté-

rêt d'un tiers, soit dans l'intérêt privé de la commune, il est entaché d'excès de pouvoir ou de détournement de pouvoir : le maire se sert de ses pouvoirs dans un autre but que celui en vue duquel ils lui ont été conférés (*Revue, Doctrine*, t. I, p. 201 ; *Cass., crim.*, 27 juill. 1893 ; *D.*, 94, 1, 197 ; 3 août 1893, *id.* ; 31 déc. 1903, *Revue*, t. III, p. 107 ; *C. État*, 19 mars 1868 et 21 mars 1873, *D.*, 73, 3, 91 ; 12 février 1886, *D.*, 87, 3, 74).

La jurisprudence la plus récente du Conseil d'État a consacré ces principes en déclarant que les autorisations de voirie constituaient des droits acquis et ne pouvaient être révoquées que dans l'intérêt public de la voirie, de la sécurité ou de la circulation ou dans l'intérêt financier des communes. Cette jurisprudence a été amenée à admettre pour ce dernier motif le retrait des permissions délivrées à des électriciens, lorsqu'un arrêt du Conseil d'État a jugé que ces permissions avaient été délivrées en violation du privilège antérieur de la Compagnie du gaz et condamné la commune à indemniser cette Compagnie du préjudice que lui causait le maintien de ces permissions (*C. État*, 28 juill. 1896, Colette, *Revue*, t. I, p. 14 ; 27 déc. 1901, Pécard, *id.*, p. 168 ; 6 juin 1902, Goret, et les conclusions de M. Romieu, commissaire du Gouvernement, *id.*, p. 408).

Ces principes recevraient strictement leur application, et l'autorisation accordée ne pourrait être révoquée en dehors des motifs tirés de la sécurité, ou de la conservation de la voirie, ou des besoins de la circulation, ou enfin de la nécessité d'obéir à une décision ayant force de chose jugée, interdisant le maintien de l'autorisation à peine de dommages-intérêts, si dans l'espèce l'arrêté d'autorisation ne portait une clause spéciale, en vertu de laquelle la révocation peut être prononcée pour des « raisons d'ordre et d'intérêt public ou communal de quelque nature que ce soit, dont le conseil municipal restera seul juge ». Cette clause, acceptée par le permissionnaire, étend les cas dans lesquels la révocation est possible, et ne les limite qu'à la condition que cette révocation ait lieu dans l'intérêt public ou communal.

Pour savoir si le retrait effectué dans le but de permettre à la commune de concéder un monopole d'éclairage électrique est d'intérêt public ou communal, il faut connaître en détail les conditions de fait. L'éclairage électrique pouvait-il être établi dans la commune sans monopole? la commune y trouve-t-elle des avantages autorisés par la loi du 15 juin 1906? ou, au contraire, le monopole n'est-il concédé que dans l'intérêt du concessionnaire ou des particuliers? Il nous semble bien que là est plutôt la vérité et qu'il n'est pas exact que l'autorisation existante soit contraire à l'intérêt public et communal et susceptible de susciter des difficultés à la commune. Mais ce n'est là qu'une impression qui ne peut se préciser ou se transformer qu'à la condition de connaître les circonstances mêmes de la concession d'éclairage (*Revue des Concessions départementales et communales*).

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Compagnie continentale Edison. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 20 mai 1908, nous extrayons ce qui suit :

La consommation d'énergie électrique dans notre réseau s'est développée dans la limite où nos moyens d'action nous ont permis de répondre aux besoins de la clientèle. Elle était de 74406,408 hectowatts-heure en 1906 ; elle a été de 84024,841 en 1907. Mais, par suite de l'abaissement des tarifs et des charges nouvelles qui nous ont été imposées, les bénéfices fournis par l'exploitation de notre Secteur ont naturellement diminué. Leur importance, qui était de 4228065^{fr} en 1906, a été ramenée à 3445060^{fr} en 1907.

COMPTES DE PROFITS ET PERTES.

Crédit.

	fr
Intérêts des fonds disponibles	128722,17
Produits des valeurs de portefeuille (y compris le bénéfice réalisé sur la souscription de 1000 actions de la Société générale italienne d'Électricité).	553138
Bénéfice d'exploitation des usines et installations d'électricité	3445060,72
Divers	11705,44
Total	4138626,33

Débit.

	fr
Frais généraux	142876,45
Redevance aux parts de fondateur	2370
Participation de la Société civile fondée par les créateurs de la station Drouot	457041,57
Provision pour application de la retraite et autres charges du personnel	140000
Divers	32639,30
Bénéfice net	3363699,01
Total	4138626,33

RÉPARTITION.

	fr
Du bénéfice net de	3363699,01
Afférent à l'exercice 1907, il y a lieu de déduire pour la réserve légale 5 pour 100	168184,95
Reste	3195514,06
En y ajoutant le report de l'exercice 1906	252790,37
On obtient un total de	3448304,43
Sur lesquels il y a lieu de prélever d'abord l'intérêt de 6 pour 100 aux actions	600000
Reste	2848304,43

Sur ce surplus, nous vous proposons de répartir, dans les proportions indiquées à l'article 43 des statuts, 2800000^{fr} dont :

	fr	
1° 15 pour 100 pour le Conseil d'administration	420000	
2° 50 pour 100 pour les actionnaires comme dividende supplémentaire	1400000	
3° 35 pour 100 pour les parts de fondateur	980000	
		2800000
Et de reporter à nouveau		48304,43

La part revenant aux actions sera ainsi de

$$600000^{fr} + 1400000^{fr} = 2000000^{fr},$$

soit 100^{fr} par action, sur lesquels un acompte de 30^{fr} a été distribué le 1er janvier 1908. Il revient donc un solde de 70^{fr} par action (sous déduction de l'impôt) payable à partir du 1er juillet 1908.

Les parts de fondateur auront à se partager :

	fr
1° Le montant des redevances acquises conformément à l'article 42 des statuts	2370
2° La part leur revenant en vertu de l'article 43	980000
Total	982370

Soit, pour chacune des 14000 parts, 70^{fr},17 (sous déduction de l'impôt) à payer le 1er juillet 1908.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1908.

Actif.

	fr
Banques et Caisses	3574227,79
Valeurs de portefeuille	10789613,70
Comptes débiteurs	1637361,62
Approvisionnements en magasins	368682,16
Immobilisations. Terrains, bâtiments, usines et installations d'électricité	789742,10
Loyers d'avance, installation et mobilier du siège social	21526
Impôts et droits de transmission à recouvrer.	97940,79
	17279094,16

Passif.

Capital social	10000000
Fonds d'amortissement du capital	11342,70
Réserve légale	688313,90
Provision pour fluctuations du portefeuille	197310,25
Comptes créditeurs et dépenses non réglées au 31 décembre 1907	2733009,93
Redevance aux parts de fondateur et dividendes restant à payer	32628
Profits et Pertes	3616489,38
	17279094,16

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 10 au 21 août 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».			CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE		
	£	sh	d	£	sh	d
10 août	62	5	»	64	»	»
11 »	61	17	»	64	»	»
12 »	60	10	»	63	10	»
13 »	60	5	»	63	15	»
14 »	60	5	»	63	5	»
17 »	59	10	»	63	»	»
18 »	60	»	»	62	10	»
19 »	60	12	»	63	»	»
20 »	60	10	»	63	»	»
21 »	60	10	»	63	»	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

CONGRÈS.

Congrès international des Applications de l'électricité (Marseille, septembre 1908). — Voici le programme définitif de ce Congrès :

DIMANCHE 13 SEPTEMBRE. — A 11h30m du matin, départ de Marseille pour l'usine de la Brillanne-Villeneuve; à 2h30m, visite de l'usine; à 7h30m, arrivée à Marseille.

LUNDI 14 SEPTEMBRE. — A 10h du matin, ouverture du Congrès au Théâtre de l'Exposition sous la présidence de M. le Ministre des Travaux publics; organisation des sections; à 3h du soir, constitution des bureaux; conférence et visite de l'Exposition; à 9h, réception.

MARDI 15 SEPTEMBRE. — A 9h du matin, travaux de sections au lycée; à 3h du soir, visite du poste d'Allauch; à 5h, visite de l'usine des tramways; à 8h30m, conférence à la Faculté des Sciences.

MERCREDI 16 SEPTEMBRE. — A 9h du matin, travaux de sections au lycée; à 2h30m du soir, visite du port et de l'usine de la Compagnie d'Electricité; à 8h30, conférence à la Faculté des Sciences.

JEUDI 17 SEPTEMBRE. — A 9h du matin, travaux de sections au lycée; à 5h du soir, conférence à la Faculté des Sciences; à 8h, banquet; à 3h du soir, visite de l'usine électrique de la Compagnie du Gaz; à 9h, festival à l'Exposition.

VENDREDI 18 SEPTEMBRE. — A 9h du matin, travaux de sections au lycée.

SAMEDI 19 SEPTEMBRE. — A 9h du matin, travaux de Sections au lycée; à 3h du soir, séance de clôture au Théâtre de l'Exposition.

DIMANCHE 20 SEPTEMBRE. — A 6h du matin, départ de Marseille pour l'excursion en Camargue.

Congrès international du Froid (Paris, octobre 1908). — Voici le programme de ce Congrès.

LUNDI 5 OCTOBRE. — 9h *du matin*. Rendez-vous général des congressistes à la Sorbonne : présentations; distribution des insignes, des médailles commémoratives, des guides de Paris, etc.

3h *de l'après-midi*. Ouverture officielle du Congrès. Conférence de M. le professeur Von LINDE « Sur la réfrigération des locaux habités ».

MARDI. — 9h *du matin*. Travaux de sections.

2h *de l'après-midi*. Travaux de sections.

Soirée : Soirée théâtrale offerte aux congressistes.

MERCREDI. — 9h *du matin*. Travaux de sections.

2h *de l'après-midi*. Visite, dans Paris, d'établissements frigorifiques industriels et scientifiques.

Soirée. Réception des membres de l'Enseignement supérieur par le Recteur de l'Université de Paris, et des autres membres du Congrès par diverses administrations.

JEUDI. — 9h *du matin*. Travaux de sections.

Après-midi. Réception spéciale dont on fera connaître ultérieurement les détails.

Soirée. Grand banquet.

VENDREDI. — 9h *du matin*. Travaux de sections.

2h *de l'après-midi*. Visite, dans Paris, d'établissements frigorifiques industriels et scientifiques.

Soirée. Soirée de gala.

SAMEDI. — 9h *du matin*. Assemblée générale.

3h *de l'après-midi*. Conférence de M. d'ARSONVAL « Sur l'air liquide et les très basses températures ».

DIMANCHE. — Excursion générale dans la forêt de Fontainebleau.

LUNDI 12 OCTOBRE. — *Après-midi*. Séance de clôture.

Soirée. Réception à l'Hôtel de Ville.

Congrès international de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local (Munich, septembre 1908). — Nous rappelons que ce Congrès se tiendra du 7 au 12 septembre; le programme en a été donné dans le numéro du 30 juillet, page 80.

AVIS.

Maison d'installations dans ville banlieue de Paris à céder de suite. Très bas prix. Facilités de paiements. Affaire exceptionnelle.

On demande à acheter d'occasion et livrable dans un délai de 6 semaines :

1° Une dynamo double, de bonne marque, à courant continu, de 300 ampères, sous 2 × 125 volts ;

2° Un alternateur triphasé de 250 kilowatts sous 5000 volts et 50 périodes par seconde, avec son excitatrice; vitesse : 428 tours par minute au maximum.

On désire vendre :

Une dynamo à courant continu, construction Société Alsacienne, de 360 ampères sous 550 volts, 375 tours, excitation compound, en excellent état.

S'adresser au Secrétariat du Syndicat des Usines d'électricité.

Tome X. **N° 113. — 15 septembre 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Bien que le dernier numéro comportât huit pages supplémentaires, nous n'avons pu y trouver place pour signaler dans la Chronique un fort intéressant article de M. Brylinski sur les **rayons d'action des sous-stations à courant alternatif**, publié page 155. Nous croyons devoir revenir sur ce sujet, puisqu'il est entendu que cette Chronique a pour principal but d'appeler l'attention des lecteurs sur les articles les plus importants contenus dans chaque numéro, — et non pas, comme quelques mauvaises langues l'insinuent, pour les dispenser d'en faire la lecture.

Dans son article, M. Brylinski discute les conclusions d'une étude de M. Lefèvre publiée dans le numéro du 15 juin, pages 116 à 124. On se souvient sans doute que le but de cette étude était la solution du problème suivant : Pour l'exploitation économique d'un réseau à courant alternatif alimenté sous tension assez élevée (3000 volts) et distribuant sous basse tension (110 volts), y a-t-il intérêt à placer un transformateur isolé dans chaque immeuble ou au contraire convient-il de n'établir qu'un petit nombre de sous-stations de transformation alimentant, par des lignes divergentes, un nombre plus ou moins grand d'abonnés?

Comme nous l'avons fait déjà remarquer, c'est la dernière solution qui est généralement admise. Or, en tenant compte de toutes les dépenses de premier établissement et d'exploitation qu'entraînent l'une et l'autre solution, M. Lefèvre montrait que l'emploi de sous-stations collectives ne peut être avantageux que si, dans l'hypothèse d'un réseau entièrement à créer, ce réseau doit desservir des consommateurs rassemblés dans un petit nombre d'îlots; il montrait en outre que, dans l'hypothèse d'un réseau déjà en partie canalisé en haute tension, comme c'est le cas des secteurs parisiens à courant alternatif, la création de sous-stations n'est que très rarement économique, surtout si, dans le but d'unifier le système de distribution, on rattache à ces sous-stations les abonnés antérieurement desservis par postes isolés. Aussi ressortait-il de cette étude que, pour l'exploitation des parties déjà canalisées des secteurs parisiens, la meilleure solution est de continuer à développer le système de distribution par transformateurs isolés et que, dans le cas d'un réseau à créer entièrement ou à étendre dans des quartiers non encore desservis, cette même solution est encore parfois la plus économique.

La première de ces conclusions n'est pas discutée par M. Brylinski. Nous le regrettons, car, s'il est exact que « le problème qui consiste à étudier s'il y a intérêt à *remplacer* une distribution par transformateurs individuels par une distribution par sous-stations » ne s'applique qu'à un cas très rare dont il est inutile d'essayer une théorie un peu générale, il n'en est pas moins vrai que ce cas particulier a

« une importance considérable » et est tout à fait d'actualité, en raison de l'application du nouveau régime de l'électricité à Paris. Il eût donc été des plus intéressants de voir ce cas exceptionnel discuté par un des ingénieurs les plus compétents en matière de distribution dans Paris.

Les critiques de M. Brylinski portent seulement sur l'étude du cas plus général où l'on a à établir soit un réseau entièrement nouveau, soit une extension dans des quartiers non encore desservis. Attaquant le problème d'une autre manière que M. Lefèvre, mais tout en prenant pour bases, comme celui-ci, les données d'exploitation du Secteur de la Rive gauche, M. Brylinski trouve qu'une sous-station peut en moyenne remplacer 9 postes de transformateurs et desservir environ 35 abonnés, alors qu'il ressortait des Tableaux de M. Lefèvre qu'il faudrait une sous-station pour 2 postes et 7 à 8 abonnés. Cette augmentation du nombre d'abonnés desservis par une même sous-station a nécessairement pour conséquence de diminuer le rapport entre la puissance du transformateur de la sous-station et la puissance installée chez les abonnés, puisque plus ce nombre est grand, plus il y a de chances que les variations de puissance provenant d'allumages extraordinaires ne se produisent ni le même jour ni au même moment. Aussi M. Brylinski estime-t-il qu'on peut adopter pour ce rapport la valeur 0,40 au lieu de la valeur 0,60 admise par M. Lefèvre, ce qui a pour effet d'accroître sensiblement le rayon d'action économique de la sous-station.

M. Brylinski estime aussi que la perte en ligne, que M. Lefèvre prend égale à 1 pour 100, peut sans inconvénient sérieux être portée à 8 pour 100; cette nouvelle hypothèse a encore pour conséquence de faire croître le rayon d'action qui, dans un cas spécial, passe de 175^m à 383^m. D'autres hypothèses sur la répartition des abonnés, sur la façon dont est installée la canalisation secondaire (aérienne ou souterraine) permettent d'ailleurs de considérer comme probable que ce rayon d'action peut atteindre 500^m dans de nombreux cas. La distribution par sous-stations serait donc, d'après M. Brylinski, la plus économique dans presque tous les cas. Nos lecteurs trouveront dans un prochain numéro la réponse que fait M. Lefèvre à l'article de M. Brylinski; cette réponse nous est déjà parvenue, mais suivant la tradition de ce journal, elle ne paraîtra qu'après que M. Brylinski en aura pris connaissance.

***

Il nous faut également revenir sur un autre article publié dans le précédent numéro : celui que M. R. Bidot consacrait à l'**Exposition d'Électricité de Marseille**.

Un des exposants nous a en effet signalé une inexactitude et une lacune dans cet article. Le fait n'a rien d'extraordinaire et nous serions même étonné qu'il n'y en eût pas d'autres : le nombre considérable des stands que M. Bidot a dû passer en revue, le fait aussi que quelques exposants n'avaient pas encore terminé leurs installations au moment où M. Bidot prenaient ses notes, expliquent suffisamment que, malgré toute la conscience qu'il a apportée dans l'accomplissement de sa tâche, il doit nécessairement avoir commis quelques erreurs ou omissions.

L'inexactitude signalée est d'avoir mentionné la maison Richard Heller parmi les exposants de lampes à arc alors que dans la section de l'éclairage elle n'expose que des lampes à incandescence, en particulier des lampes Osram d'une intensité lumineuse exceptionnelle, 400 bougies, consommant 400 watts.

La lacune est d'avoir omis de signaler cette même maison parmi les exposants d'appareils de mesure et d'appareils électro-médicaux. Elle expose en effet de nombreux appareils d'électricité médicale, un important tableau de distribution pour haute tension portant plus de 100 appareils de mesure et divers appareils pour lignes à haute tension.

***

La question des **appareils protecteurs des lignes de transmission** que traite M. Grosselin dans ce numéro (p. 173) est une de celles qui ont été les plus étudiées dans ces dernières années.

Elle a donné lieu à de très nombreuses communications aux diverses sociétés électrotechniques du monde entier et a fourni la matière de nombreux articles publiés dans la presse technique. Un index bibliographique complet de ces communications et articles intéresserait sans doute plus d'un de nos lecteurs, et il nous serait assez facile de l'établir avec le volumineux dossier que nous avons établi pour ce sujet depuis qu'il est à l'ordre du jour. Mais une telle publication nous entraînerait un peu loin, et pour aujourd'hui nous nous en tiendrons à l'indication des Mémoires présentés à la Société internationale des Électriciens [1], celle des articles ou analyses publiés dans *La Revue électrique* ayant été publiée dans la Chronique du 29 février 1908.

---

[1] Voici cette liste :

Bulletin de la Société internationale des Électriciens :

1903. *Étude des phénomènes de résonance dans les circuits électriques*, par Field, p. 357-399.

1904. *Surtensions dans les canalisations*, par Picou, Brylinski, Potier, Boucherot, Blondel, p. 359-417. — *Id.*, par de Marchena, Brylinski, Guery, Potier, Picou, de Marchena, p. 359-417 et 446-450.

1905. *Recherches oscillographiques effectuées sur le*

Nous signalerons tout particulièrement la communication faite par M. Grosselin en juillet 1906 à la Société internationale des Électriciens, où le lecteur désireux de se renseigner sur l'état de la question à cette époque trouvera un résumé très clair des diverses communications présentées antérieurement devant cette Société.

Dans l'article publié dans ce numéro, M. Grosselin passe en revue les divers perfectionnements que la pratique a peu à peu amenés depuis 1906 dans la construction et le montage des parafoudres et limiteurs de tension, ou plutôt des déchargeurs, comme il propose de les appeler; il s'occupe ensuite des essais qui ont été faits aux États-Unis dans ces dernières années tant pour se rendre compte des conditions de fonctionnement de ces appareils que pour préparer une réglementation que les Américains se proposent de soumettre au Congrès électrotechnique international. Pour la rédaction de cet article M. Grosselin a dû compulser un nombre considérable de Mémoires américains; nous le remercions sincèrement d'avoir pris cette peine qui nous vaut la publication d'un travail intéressant à un double titre : d'une part, par sa documentation; d'autre part, par les vues personnelles qui y sont exposées.

Les parafoudres et limiteurs de tension installés dans les sous-stations de transformation des réseaux de distribution avec canalisations aériennes ne peuvent efficacement protéger que la ligne primaire contre les surtensions. Or, si le réseau secondaire est aérien et assez étendu, ce qui arrive généralement lorsqu'une agglomération rurale est desservie par une ligne de transmission à haute tension passant à quelque distance, ce réseau secondaire peut être lui-même, sous l'influence des perturbations atmosphériques, le siège de surtensions capables de détériorer les appareils placés chez les abonnés, en particulier les compteurs qui sont les premiers traversés par ces surtensions. Un **dispositif de protection pour compteurs** serait donc utile et même indispensable dans certains cas. Dans un article analysé p. 182, M. Busch, qui eut l'occasion de constater de nombreuses ruptures d'isolants dans les compteurs ou dans les conducteurs d'amenée, indique un dispositif de protection fort simple, constitué comme certains parafoudres télégraphiques par une simple lame métallique qu'on serre entre les bornes du compteur, en ayant soin de l'isoler de celles-ci par des feuilles de papier mince : lorsqu'une surtension se produit, elle perce les feuilles et le compteur se trouve protégé.

Un autre article important, publié en partie dans ce numéro, est celui que consacre M. Turpain à l'esquisse de l'histoire de la Télégraphie **du Bréguet au Pollak-Virag et aux téléphotographes**. Dans cette esquisse l'auteur nous donne, sous une forme très claire qui contraste avec la complexité des appareils, la description des divers systèmes de télégraphes qui ont été successivement employés. Les téléphotographes, qui terminent cette esquisse, seront publiés dans un prochain numéro.

Signalons encore, mais sans y insister, l'article publié page 198 et relatif à *l'Exposition franco-britannique de Londres*. Disons cependant, pour ceux qui ne se décideraient que tardivement à la visiter, qu'il est fortement question de reculer au 22 novembre la date de fermeture primitivement fixée au 31 octobre.

Nous eussions voulu publier une notice nécrologique des deux éminents membres de l'Institut décédés dans la première quinzaine de ce mois : Becquerel et Mascart. Le temps nous a manqué pour recueillir les éléments. Nous devons donc nous borner aujourd'hui à adresser nos condoléances aux familles de ces deux savants physiciens, qui, l'un et l'autre, ont largement contribué au développement de la science électrique.

J. Blondin.

---

réseau à haute tension de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, par Ch. David, p. 50-93. — *Méthode de protection contre les surtensions actuellement employées dans les réseaux de transport d'énergie*, par Dusaugey, p. 109-133. — *Sur les réseaux alternatifs à haute tension*, par Brylinski, p. 149-207. — *Remarques sur les expériences de M. David*, par Blondel, p. 207-219. — *Remarques sur les phénomènes oscillatoires des réseaux*, par Blondel, p. 469-473 et 579-609. — *Oscillations dues aux moteurs conduisant des alternateurs en parallèle*, par Boucherot, p. 509-543.

1906. *Limites admissibles pour les tensions de service des câbles armés*, par de Marchena, p. 163-183 et 241-252. — *Résumé des travaux présentés*, par Grosselin, p. 343-360.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1908.

Décret portant approbation du cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État, p. 201.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Bibliographie, p. 172. — Liste des documents publiés dans le *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 172. — Demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. v et vi.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
8° Le Rapport de M. Guieysse, sur les retraites ouvrières;
9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;
13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Décret portant approbation du cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État, p. 201.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 208. — Tableau des cours du cuivre, p. 208.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92**.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Liste des nouveaux adhérents, p. 172. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, p. 172.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 septembre 1908.

Membre actif.

M.

Mouillard (Georges), Électricien, Directeur de l'usine électrique d'Arc-sur-Tille, à Arc-sur-Tille (Côte-d'Or), présenté par MM. Fontaine et Charne.

Membre correspondant.

M.

Le Directeur de l'usine de Charquemont (Doubs), présenté par MM. Geneux et Fontaine.

Usine.

Usine électrique d'Arc-sur-Tille (Côte-d'Or).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Décret portant approbation du cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État, p. 201. — *Jurisprudence et Contentieux.* — Concession d'éclairage électrique. Abonné. Remplacement de lampes électriques par des lampes à pétrole. Corrélation entre la consommation de l'abonné et les travaux du concessionnaire. Minimum de consommation. Droits du concessionnaire, p. 207. Chronique financière et commerciale : Convocations d'Assemblées générales, p. 208. — Nouvelles Sociétés, p. 208. — Nouvelles installations d'éclairage électrique, p. 208. — Avis, p. 208. — Demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. v et vi.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

APPAREILS PROTECTEURS DES LIGNES DE TRANSMISSION.

Depuis que M. Blondin a traité ce sujet dans *La Revue* (1) l'expérience journalière des exploitations a suivi son cours; elle a éliminé définitivement quelques types de protecteurs et en a mis d'autres en vedette. D'autre part, des études expérimentales ont été entreprises dans quelques laboratoires, en Angleterre et en Amérique.

Les conditions d'installation et d'emploi des protecteurs sont fort complexes, et ils ont à faire face à des perturbations très variées.

Aussi les exploitants consultés sur leur valeur évitent-ils en général d'émettre une opinion catégorique faute d'avoir pu faire des observations bien nettes. Il faudra attendre quelques années, sans doute, pour que les idées se cristallisent. Pour le moment, nous n'aurons guère à enregistrer que des tendances à l'adoption de tel ou tel type d'appareil.

Il n'est peut-être pas inutile de signaler l'intérêt spécial des essais auxquels nous venons de faire allusion. Ils ont été entrepris par des membres de l'American Institute of Electrical Engineers, en vue de créer des essais types devant être imposés à tous les appareils offerts sur le marché.

C'est une petite partie du vaste programme d'unification imaginé de l'autre côté de l'Atlantique. A vrai dire, les auteurs de ces méthodes d'essai ne paraissent pas avoir dans leur œuvre une bien grande foi.

Ceci est bon à noter, car peut-être verrons-nous bientôt cette question des essais de protecteurs venir à l'ordre du jour du Comité électrotechnique d'unification.

Dans le même ordre d'idées, il conviendrait de songer dès maintenant à la dénomination générale que le Comité électrotechnique français proposera d'adopter pour les appareils de protection.

Steinmetz a fort critiqué les appellations employées en Amérique. De fait, le terme *ligthning arrester* (littéralement pare-éclair) est un contresens quand on l'applique aux appareils protégeant les lignes contre les surtensions d'origine interne, et *static arrester,* proposé pour le même usage, n'est pas meilleur quand il s'agit des phénomènes d'énergie dynamique, de beaucoup les plus fréquents dans les réseaux.

M. Brylinski a proposé, à la Société internationale des Électriciens, d'appeler ces appareils *parafoudres* ou *limiteurs* suivant que la surtension dont ils doivent écouler l'énergie est d'origine atmosphérique ou d'origine interne. Cette distinction est justifiée dans une certaine mesure par ce fait que la surtension atmosphérique transporte, en général, une énergie beaucoup plus grande que la surtension interne; il peut donc en résulter des différences dans la construction des appareils, mais il faut remarquer que tous les protecteurs ont deux fonctions communes : l'une qui consiste à décharger la surtension, l'autre à arrêter la fuite persistante du courant des alternateurs consécutive à la décharge.

En fait, les deux types d'appareils diffèrent peu et l'emploi de deux vocables distincts paraît plutôt de nature à entraîner des confusions. Ne vaudrait-il pas mieux les désigner du nom unique de *déchargeurs?*

Nous emploierons ce terme dans le présent article, pour qu'on puisse se faire une opinion sur sa commodité.

Les lecteurs de *La Revue* ont été tenus au courant des types nouveaux qui ont successivement brigué la faveur des exploitants. Nous nous bornerons à relater, avec quelques détails sur le principe de construction et sur le fonctionnement des appareils actuellement employés, les résultats pratiques qu'ils ont donnés en cours d'exploitation. Nous terminerons par un résumé sommaire des méthodes d'essais proposées en Amérique.

Déchargeurs à cornes. — Rappelons qu'ils sont simplement constitués d'un intervalle d'air dont les pôles se prolongent en antennes divergeant vers le haut. L'arc jaillit à la partie inférieure, puis est chassé par réaction dynamique ou par le courant d'air chaud dans la partie où les cornes divergent. Il s'allonge donc progressivement jusqu'à rompre. Une résistance est placée en série pour limiter le courant fourni par l'alternateur et amener l'extinction de l'arc.

Inconvénients. — M. David a, par des relevés oscillographiques, montré que l'arc alternatif peut subsister dans l'air pendant un grand nombre de périodes.

Il paraît probable qu'un arc à courant continu ne sera jamais éteint dans ces conditions et persistera indéfiniment.

En outre, il est très difficile de régler la longueur de l'intervalle assurant l'amorçage à une tension donnée, et cela d'autant plus que l'intervalle est plus grand.

La tension d'amorçage varie avec une foule de causes: fréquence de la surtension, forme du circuit, pression atmosphérique, dépôts de poussières, etc.

(1) T. II, 15 et 30 sept. et 15 oct. 1904, p. 133, 161 et 193; t. III, 30 nov. 1905, p. 296.

Pour éviter les amorçages fréquents et intempestifs, on devra donc régler haut aux dépens de la sensibilité.

Enfin, on reproche à ce déchargeur de déterminer dans le circuit, par le jaillissement d'une étincelle disruptive, des surtensions dangereuses.

Ces surtensions sont d'autant plus à craindre que l'étincelle est plus longue.

Par contre, les avantages de ce type sont sa simplicité et la faible impédance qu'il offre à la décharge.

Valeurs données a la résistance. — En novembre 1905, M. Blondin signalait qu'on n'avait aucune donnée précise sur la valeur à attribuer à la résistance placée en série sur le déchargeur. On connaissait seulement le but à atteindre : la valeur de la résistance doit être assez grande pour empêcher la décharge de devenir oscillante et pour réduire l'intensité à une valeur trop faible pour que l'arc persiste, mais elle ne doit pas faire obstacle à la décharge des surtensions.

Les constructeurs d'appareils, en France tout au moins, ne paraissent pas avoir encore entrepris, sur ce point spécial, l'étude expérimentale que comporterait son importance. Ils proposent, en général, des valeurs limitant entre 0,5 ampère et 10 ampères le courant déterminé par la force électromotrice supposée appliquée aux deux extrémités de la résistance, et, pour le choix entre ces limites, ils se reposent sur l'expérience des exploitants.

La Société industrielle des Téléphones, qui paraît avoir étudié de plus près cette question, indique les valeurs suivantes obtenues par l'emploi de résistances liquides :

Tension de service en volts.	Valeur de la résistance en ohms.
3 000	3 000
5 000	5 000
10 000	14 000
12 000	18 000
15 000	24 000
20 000	42 000
30 000	100 000

La Manufacture parisienne d'appareillage électrique donne aux résistances la valeur de 1 ohm par volt.

Parmi les exploitants, la Société de Fure et Morge adopte 1,5 ohm et le Sud-Électrique 0,1 ohm par volt.

Constitution des résistances. — Les résistances sont établies, à peu près indifféremment et sans qu'on indique de motifs sérieux de préférer l'un ou l'autre système, soit en graphite, soit en carborundum, soit en fils métalliques, ou encore elles sont constituées par une colonne liquide, eau pure ou additionnée de glycérine, renfermée dans un tube de grès ou de porcelaine.

On évite l'évaporation, en mettant une couche d'huile à la surface de l'eau.

Intervalles multiples entre cornes. — Pour remédier en partie aux inconvénients signalés plus haut, on a multiplié les intervalles (Alioth, Schneider), ce qui a créé un type intermédiaire entre le déchargeur à cornes et le déchargeur à intervalles, et permis un réglage plus serré.

Pratique des exploitants. — Sur le Sud-Électrique, on emploie des déchargeurs à cornes à sept intervalles et une résistance liquide d'eau pure. Le premier intervalle du côté de la ligne constitue l'intervalle protecteur proprement dit à haute tension d'amorçage. Il a une longueur de 10^{mm}. Les autres ne font que faciliter l'extinction de l'arc et agissent de la même façon que les intervalles de déchargeurs à cylindres. Ils ont $1^{mm},5$ seulement.

Le Directeur du Sud-Électrique considère que ce type intermédiaire ne vaut pas le véritable déchargeur à intervalles type Wurtz ou Wirt. L'arc se forme brusquement, sans effluves préalables, lorsqu'on élève progressivement la tension, et l'efficacité du soufflage automatique par les cornes semble douteuse.

A Fure et Morge (10000 et 20000 volts), où l'on emploie des déchargeurs à cornes à intervalle unique, réglable et réglé normalement à 120 pour 100 de la tension de service, avec résistance liquide en série, on les déclare assez efficaces, mais sujets à entraîner des perturbations dans les réseaux.

Au Haut-Grésivaudan (tension de ligne 11500 volts), on emploie mêmes dispositions et même réglage (11^{mm}), ainsi qu'à l'Énergie du Littoral méditerranéen (tension jusqu'à 50000 volts).

La Société Franco-Suisse condamne les déchargeurs à cornes.

La Société industrielle d'Énergie électrique emploie, pour ses déchargeurs à cornes, un dispositif spécial dont nous retrouverons le principe appliqué aux déchargeurs à intervalles en dérivation avec des résistances.

Le but poursuivi est d'ouvrir aux surtensions de fréquences diverses une série de passages d'impédances proportionnées.

Les déchargeurs sont insérés à intervalles réguliers sur une résistance inductive graduée. Celui qui est branché le premier du côté de la ligne, avant la résistance inductive, a un intervalle de 38^{mm} et une résistance nulle à la terre. Il sera franchi par les décharges de haute fréquence, de très haute tension et de grande énergie, comme celles d'origine atmosphérique.

Le second, branché au même point, est monté en série avec une résistance purement ohmique, et son intervalle n'est que de 12^{mm}. Il déchargera les perturbations de haute fréquence, mais de tension moindre, et la résistance en série s'opposera à la persistance de l'arc de l'alternateur.

Les autres, branchés en aval d'une résistance inductive de plus en plus forte, laisseront passer des oscillations de fréquence de plus en plus basse. La valeur de la résistance et celle de l'intervalle sont les mêmes que pour le second déchargeur.

L'installation comprend un réseau aérien à 20000 volts.

La Société se déclare très satisfaite du fonctionnement de ce système de protection, renforcé d'ailleurs par des déchargeurs à jet d'eau.

Cependant, d'une manière générale, le fonctionnement des déchargeurs à cornes paraît donner peu de satisfaction aux exploitants, qui continuent à tâtonner pour régler l'intervalle et la résistance.

Ils ne semblent pas d'ailleurs avoir fait d'essais méthodiques pour établir ces données sur des bases précises.

Depuis 1905, aucun progrès notable n'a été apporté à ces appareils, trop simples d'ailleurs pour en comporter beaucoup. On tend à les remplacer par les déchargeurs à intervalles multiples, susceptibles d'un réglage beaucoup plus précis. Quand ils sont réglés haut, leur rôle se limite à la protection du réseau contre les décharges atmosphériques de haute tension et de grande énergie; réglés bas et placés en série sur l'un des autres dispositifs dont nous allons nous occuper, ils augmentent la sécurité du fonctionnement.

Déchargeurs à intervalles. — Au début, ces appareils étaient constitués d'un petit nombre de cylindres métalliques à surface quadrillée, laissant entre eux un faible intervalle. Le métal employé était, de préférence, anti-arc, c'est-à-dire à bas point de volatilisation.

On avait cru pouvoir se passer d'installer une résistance en série pour obtenir l'extinction de l'arc.

Certaines expériences montrent, en effet, que les intervalles s'opposent assez efficacement au renversement d'un arc alternatif après son passage par zéro.

D'autre part, l'intensité qui les traverse est, le plus souvent, très inférieure, pour une même résistance, à celle qui traverse un intervalle unique, car, à égalité d'intervalle total, ils sont franchis à une tension plus basse. L'intensité de l'arc est donc moindre.

Cependant l'expérience des réseaux a prouvé que, pour faire face aux surtensions d'origine atmosphérique, il est nécessaire de maintenir la résistance série.

Afin de faciliter encore l'amorçage sous une tension donnée, on a eu l'idée de resserrer les cylindres et d'en augmenter le nombre; Brown-Boveri et Vedovelli, entre autres, sont entrés largement dans cette voie.

Lorsqu'on accroît le nombre des cylindres, on voit passer, même en l'absence de toute surtension, un chapelet de petites étincelles entre les cylindres voisins des pôles de distribution.

Si l'un des pôles est à la terre, les étincelles ne jaillissent que du côté du pôle isolé.

Le chapelet s'étend d'autant plus loin dans la ligne des intervalles et les étincelles vers les extrémités sont d'autant plus nourries que la tension appliquée est plus grande.

Rushmore a montré [1] que ce phénomène doit être attribué à la capacité des cylindres successifs par rapport à la terre.

Ce phénomène est d'ailleurs fâcheux, car il tend à réduire le nombre des intervalles utilisés pour la protection, en mettant presque au même potentiel les premiers cylindres.

Pour la même raison, l'addition d'un nombre supplémentaire de cylindres au delà de celui qui correspond au premier jaillissement des étincelles est sans action sur la tension d'amorçage. Elle n'est cependant pas sans influer sur le fonctionnement, car chaque cylindre dégrade et dissipe en chaleur une certaine quantité d'énergie, en sorte que plus le nombre des cylindres est grand, et plus ils sont volumineux, moins l'arc a de chances de se former.

[1] *Proceedings of American Institute of Electrical Engineers*, avril 1907.

Cependant le résultat obtenu dans ce sens n'est peut-être en rapport ni avec le surcroît de dépense, ni surtout avec le surcroît d'encombrement.

Il y a donc intérêt à supprimer ce jeu des capacités.

On y arrive en interposant entre la terre et les premiers cylindres un écran métallique relié au pôle de distribution, ce qui annule les capacités correspondantes. Cette disposition a été appliquée au déchargeur Liska décrit dans *La Revue électrique* du 30 janvier 1908.

Si le déchargeur à cylindres est plus sensible que celui à intervalle unique et plus efficace pour dissiper l'énergie d'un arc, il a, par contre, l'inconvénient de produire sur une décharge oscillante un amortissement moindre, à cause de la moins grande longueur de l'étincelle.

Il est très propre à décharger les surtensions de haute fréquence, qui franchissent d'autant plus aisément les intervalles que leur fréquence est plus élevée; il convient donc beaucoup moins pour les décharges de basse fréquence.

Celles-ci éprouvant plus de résistance à passer, leur énergie s'accumule et peut franchir, en l'endommageant, quelque autre point du circuit protégé ou le déchargeur lui-même, alors qu'elle est devenue suffisante

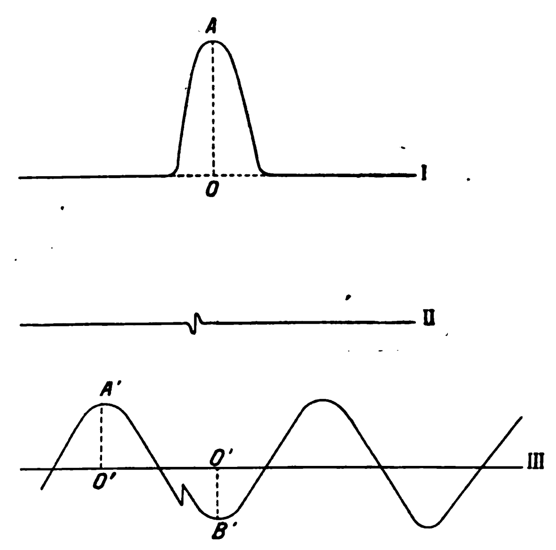


Fig. 1. — Fonctionnement d'un déchargeur à 6 intervalles en dérivation.

I. Oscillogramme d'intensité dans la résistance en dérivation sur les six premiers intervalles et dans les cinq intervalles en série qui suivent. OA = 88 ampères. Durée de la perturbation : 85 pour 100 de la ½ période.

II. Oscillogramme d'intensité dans les 6 premiers intervalles.

III. Oscillogramme de tension aux bornes du déchargeur. O'A' = 3200 volts. O'B' = 2670 volts.

pour le brûler. Pour éviter cette mise hors service du déchargeur, on peut augmenter la valeur de la résistance en série, mais au risque de supprimer complètement la décharge.

L'idée est donc venue aux constructeurs de ménager, en dérivation sur un certain nombre d'intervalles, une résistance purement ohmique assurant à la fois le passage et l'amortissement des décharges de faible fréquence.

Ce dispositif, décrit dans *La Revue électrique* du 30 novembre 1905, parut donner d'assez bons résultats. On multiplia donc les résistances en dérivation de manière à offrir à toute décharge un passage correspondant à sa fréquence.

Ces appareils ont été étudiés expérimentalement en Amérique par Rushmore et Dubois, d'une part, et par Creighton, de l'autre.

Ils ont relevé des oscillogrammes dont nous reproduisons quelques-uns.

L'oscillogramme (*fig.* 1) correspond à un déchargeur comprenant onze intervalles de 0mm,8 en série et une résistance de 283 ohms en dérivation sur les six premiers intervalles. Un contact tournant lance, à un moment donné, l'étincelle de décharge d'un condensateur. L'intensité de cette décharge oscillante de haute tension franchit les intervalles et s'amortit presque aussitôt.

L'aiguille du galvanomètre d'intensité marque son passage par un lancé rapide.

Le galvanomètre de tension indique un fléchissement brusque correspondant, puis la courbe reprend une forme à peu près sinusoïdale, mais avec des ordonnées inférieures à celles de la courbe normale, car le courant de l'alternateur a suivi l'étincelle dans le déchargeur et la tension baisse.

Mais, à cause de sa basse fréquence et de sa basse tension, le courant de l'alternateur traverse de préférence la résistance en dérivation et les intervalles situés en aval de celle-ci.

Le galvanomètre d'intensité monté sur cette résistance indique 88 ampères maximum.

Lorsque le courant s'annule à la fin de la demi-période, les intervalles en série suffisent à empêcher son rétablissement en sens inverse et la courbe de tension reprend la série normale de ses valeurs.

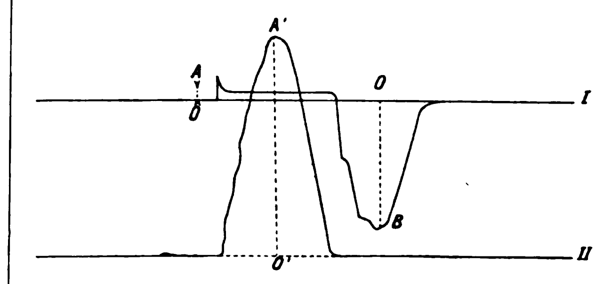
Pour cette tension de 2500 volts et pour les conditions particulières de l'expérience, le déchargeur à résistances divisées est donc bien anti-arc.

L'oscillogramme (*fig.* 2) reproduit une expérience faite dans les mêmes conditions, sauf que, par suite de la réduction à quatre du nombre des intervalles en dérivation, la décharge les a franchis pendant la première demi-période. Ces intervalles se sont opposés au renversement de l'arc qui, au début de la deuxième demi-période, s'est porté sur la résistance en dérivation, puis s'est éteint à la fin de la deuxième demi-période. D'autres expériences de Creighton ont montré que, si l'extinction n'est pas réalisée à ce moment, elle ne se fait plus, et l'arc persiste indéfiniment.

Il faut remarquer que l'énergie de surtension mise en jeu dans cette expérience était empruntée à un condensateur et, par conséquent, était faible. De plus, la tension appliquée n'était que de 2500 volts.

Il y a donc des réserves à faire sur la manière dont le même déchargeur peut évacuer des perturbations de grande énergie et de haute tension.

Cependant, ces oscillogrammes mettent bien en évidence le rôle de la résistance en dérivation et donnent une raison de croire que, par l'augmentation du nombre des cylindres et par l'adoption de résistances multiples



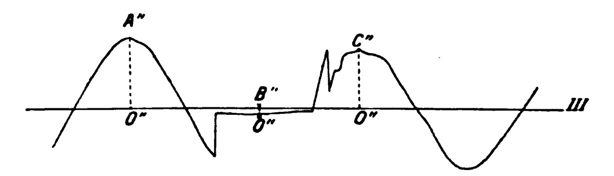


Fig. 2. — Fonctionnement d'un déchargeur à 4 intervalles en dérivation.

I. Oscillogramme d'intensité dans la résistance (28 ohms) en dérivation sur quatre intervalles. OA = 10 ampères; OB = 90 ampères.
II. Oscillogramme d'intensité dans les intervalles en dérivation et en série. O'A' = 220 ampères.
III. Oscillogramme de la tension aux bornes du déchargeur. O"A" = 3200 volts; O"B" = 200 volts; O"C" = 2210 volts.

en parallèle, on pourra faire face à tous les cas, sauf toutefois aux coups de foudre directs. De l'avis unanime des exploitants, aucun appareil ne peut, en effet, assurer de protection efficace dans ce dernier cas. Le coup de foudre direct est, du reste, des plus rares; s'il se produit, il s'écoule en général à la terre au travers de l'isolateur le plus voisin; si, par hasard, il arrive jusqu'aux appareils, on ne peut compter que sur les bobines de réactance pour lui barrer le chemin.

Métaux anti-arc. — Les expérimentateurs attribuent le pouvoir anti-arc du métal (zinc en général) employé pour les cylindres au peu d'élévation de son point d'ébullition.

La température de l'air est donc relativement abaissée; sa résistivité reste élevée : l'arc s'éteint plus vite.

Mais l'expérience des stations centrales paraît montrer que, si cette propriété du zinc est incontestable, elle a l'inconvénient de déterminer une prompte détérioration des cylindres.

Aussi, en France du moins, la tendance actuelle est-elle de remplacer le zinc par le laiton.

Les Américains restent, au contraire, surtout préoccupés de conserver un métal anti-arc.

Surtensions causées par le fonctionnement. — Une des qualités primordiales à exiger d'un déchargeur est que son fonctionnement ne détermine pas de surtension. La surtension peut se produire soit au passage de

l'étincelle disruptive, soit au moment de l'extinction de l'arc. Dans les deux cas, elle est proportionnelle à l'énergie ou plutôt à la puissance mise en jeu.

Elle sera donc d'autant plus réduite que l'amortissement de l'énergie par les résistances sera plus marqué, ce qui explique encore les bons résultats donnés par les déchargeurs à résistances multiples.

Éclateur a cornes en série. — Le déchargeur multiple est souvent complété par un éclateur à cornes réglé bas et placé en série, dont le rôle est de mettre l'appareil en circuit seulement au cas d'une surtension, et d'éviter la perte permanente par la surface de l'isolant portant les cylindres. Cette pratique, usitée surtout en Amérique, est moins nécessaire que dans le cas des déchargeurs électrolytiques; il faut plutôt éviter d'introduire inutilement un éclateur dans un circuit capable de résonance.

Enfin, nous ajouterons que le nombre d'intervalles et les résistances doivent être choisis de telle sorte qu'un arc proprement dit ne franchisse en aucune circonstance la longueur entière du déchargeur.

Si cet arc se produit, il y a toute chance pour que l'appareil soit détruit.

Déchargeurs à capacité. — La préoccupation de laisser passer les décharges de haute fréquence tout en mettant un obstacle absolu au passage du courant de l'alternateur a amené Moscicki à proposer l'emploi d'un condensateur qui offre à la décharge un passage d'autant plus facile que sa fréquence est plus élevée. Pour les fréquences très basses, sa résistance est presque infinie, ce qui a l'avantage de permettre la suppression complète de tout intervalle d'éclatement en série, au contraire de ce qui a lieu pour les limiteurs électrolytiques dont nous parlerons plus loin. Mais les condensateurs ordinaires donnent, presque toujours, un courant de perte. Pour le supprimer, Moscicki emploie un tube de verre fermé à une de ses extrémités et d'épaisseur renforcée à l'autre.

De plus, il prétend avoir obtenu la permanence des qualités de son condensateur, ce qui le distinguerait avec avantage de ceux construits jusqu'ici. L'expérience pratique, qui remonte à un peu plus de 3 ans, notamment sur le réseau de Hauterive, semble confirmer cette assertion.

On peut dire que le principe est, en général, bien accueilli par les exploitants, qui craignent seulement que le condensateur ait une durée trop courte.

L'inconvénient évident du système est de laisser la ligne sans protection contre les surtensions de basse fréquence. Pour y remédier, Moscicki a proposé une soupape qui est, en somme, constituée par un éclateur réglé haut, une forte résistance ohmique et une ligne d'intervalles dont tous les cylindres sont dotés d'une capacité artificielle par rapport à la terre, le dernier seul étant mis en communication directe avec celle-ci.

Il est impossible de voir en quoi ce système diffère des déchargeurs à intervalles ordinaires à résistance en série, sauf par la présence plutôt fâcheuse des capacités artificielles.

Moscicki revendique, il est vrai, la possibilité d'établir toute une batterie de ces déchargeurs réglés de manière qu'ils fonctionnent successivement et fractionnent, pour l'amortir, l'énergie de la surtension Mais rien n'empêche de grouper de même une batterie de déchargeurs à intervalles dont chacun soit précédé d'un éclateur, tous ces éclateurs étant réglés pour fonctionner à des tensions légèrement différentes.

Ces soupapes sont d'ailleurs trop récentes pour avoir pu être expérimentées dans les exploitations.

Déchargeurs électrolytiques. — Ces déchargeurs occupent beaucoup les Américains.

Il en existe deux types, basés sur le même principe de l'extinction de l'arc par une force contre-électromotrice : le déchargeur électrolytique à cuve, étudié par Creighton, et le déchargeur électrolytique à pellicule d'aluminium.

La résistance ohmique du premier est à peu près nulle, quelle que soit la tension appliquée; celle du deuxième est très grande jusqu'à 350 ou 400 volts par élément, valeur pour laquelle elle ne laisse passer que 1 ampère environ; au delà elle s'annule brusquement.

a. Déchargeurs électrolytiques a cuve. — Une cuve contient un électrolyte. Des électrodes reliées, soit aux deux conducteurs à protéger, soit à un conducteur et à la terre, pénètrent dans la cuve. Si elles plongent dans le liquide, il est nécessaire d'interposer, pour empêcher un courant de perte, un éclateur réglé pour s'amorcer vers 120 à 150 pour 100 de la tension de service. Tout dispositif spécial de soufflage d'arc est inutile; c'est la cuve qui remplit ce rôle.

Dès qu'une surtension dépasse la tension de réglage de l'éclateur, l'arc jaillit et l'énergie de la surtension s'écoule en court-circuit au travers de l'électrolyte; un second arc se forme aussitôt entre les électrodes et le liquide qu'il repousse. Il détermine une force contre-électromotrice, s'allonge et sa résistance croît jusqu'à ce qu'il s'éteigne.

Cette extinction, progressive, ne détermine pas de surtensions. Creighton dit avoir vérifié ce dernier point à l'oscillographe.

Aussitôt après, le liquide reprend son niveau et le déchargeur se trouve prêt à fonctionner de nouveau.

Si les électrodes ne plongent pas dans le liquide, mais y affleurent seulement, le fonctionnement diffère.

L'arc se produit de suite entre électrode et électrolyte, en déterminant une force contre-électromotrice notable que Creighton évalue à 1500 volts par élément. Il n'y a donc plus de court-circuit initial comme dans le premier cas, et à première vue ce déchargeur semble devoir se comporter comme un déchargeur à intervalles ordinaires.

Mais, dans ce dernier, le passage du courant abaisse, par l'élévation de température de l'air et par la vaporisation du métal des cylindres, la résistance des intervalles. La chute de tension aux bornes décroît très vite au lieu d'augmenter comme dans le déchargeur à cuve.

D'après Creighton, quatre intervalles de $0^{mm},8$ en série entre cylindres métalliques sont franchis par l'arc vers 5000 à 6000 volts et la différence de tension aux bornes extrêmes descend aussitôt à 70 volts.

Un déchargeur à deux cuves, présentant le même



nombre d'intervalles (deux par cuve), laissera passer l'arc aux tensions supérieures à 3000 volts avec une intensité proportionnelle à l'excès, sur cette valeur, de la tension appliquée. Au delà, l'intensité ne sera limitée que par la résistance ohmique de l'électrolyte; autrement dit, il y aura court-circuit. Ce déchargeur ouvrira donc comme le premier, mais moins rapidement peut-être, une soupape pour l'écoulement de l'énergie de surtension. Comme le premier aussi il assure l'extinction de l'arc dès que la tension redescend à 3000 volts.

Un oscillogramme relevé par Creighton sur deux cuves en série avec électrodes, affleurant à $0^{mm},8$ hors du liquide, montre l'exactitude de cette assertion (*fig.* 3).

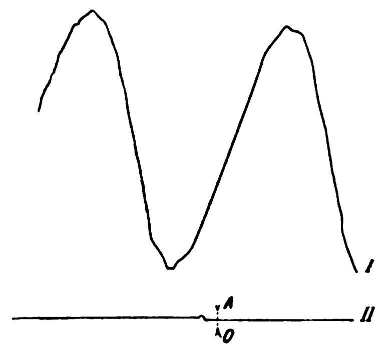


Fig. 3. — Fonctionnement d'un déchargeur à cuves avec électrodes hors du liquide.

I. Oscillogramme de tension aux bornes du déchargeur à cuve.
II. Oscillogramme d'intensité dans le déchargeur OA = 0,4 ampère.

Un courant de 0,4 ampère passe pendant $0^s,004$ au moment du maximum de tension (3200 volts) et la courbe ne présente qu'une imperceptible déformation.

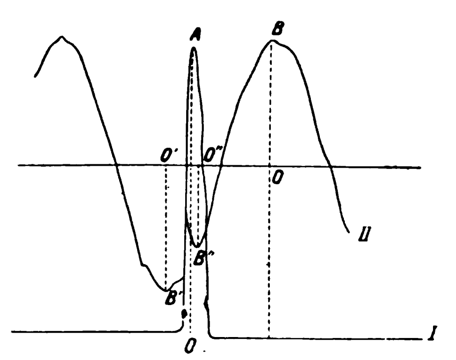


Fig. 4. — Fonctionnement d'un déchargeur à cuve avec électrodes plongeant dans le liquide.

I. Oscillogramme d'intensité dans le déchargeur à cuve. OA = 120 ampères.
II. Oscillogramme de tension. OB = 3200 volts; O'B' = 2930 volts; O"B" = 2040 volts.

Un autre oscillogramme montre le fonctionnement d'un déchargeur à électrodes immergées (*fig.* 4).

Pour le placer dans les mêmes conditions que le précédent, on y avait monté en série quatre intervalles de $0^{mm},8$.

L'arc se forme au moment du passage au sommet de la courbe de tension et l'intensité atteint de suite 120 ampères; mais il s'éteint dès que la valeur de la tension instantanée se rapproche de 2000 volts.

Un autre oscillogramme (*fig.* 5) montre ce qui se

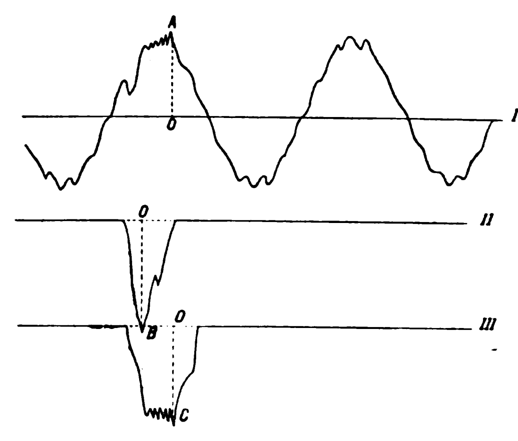


Fig. 5. — Fonctionnement d'un déchargeur à cuve avec électrodes plongeant dans le liquide.

Cas d'équilibre entre la f. é. m. appliquée à la f. c. é. m.

I. Oscillogramme de la tension aux bornes de l'alternateur. OA = 3200 volts.
II. Oscillogramme de l'intensité dans le déchargeur. OB = 33 ampères.
III. Oscillogramme de force contre-électromotrice du déchargeur. OC = 3290 volts.

passe dans deux cuves à électrodes plongeantes quand une étincelle statique déclenche le courant de l'alternateur en un point quelconque de la courbe de tension.

On voit que la force contre-électromotrice des éléments, s'ils sont en nombre convenable, devient rapidement égale à la force électromotrice appliquée (3200 volts), ce qui annule le courant (33 ampères) qui passait au premier moment.

Lorsque l'étincelle jaillit au voisinage du zéro de la courbe de tension, la force contre-électromotrice et le courant ne prennent leurs valeurs maxima que progressivement.

L'oscillogramme (*fig.* 6) montre la manière dont le déchargeur opère pour limiter l'intensité aux tensions supérieures à la tension critique.

Une seule cuve est placée en série aux bornes de l'alternateur. L'arc se forme vers 3000 volts, la tension appliquée prend la valeur (1700 volts) de la tension critique, l'intensité atteint 174 ampères. Comme l'a dit Creighton, la cuve fait court-circuit au delà de 1700 volts, mais coupe l'arc pour les tensions inférieures.

On a objecté à Creighton que son déchargeur devait présenter peu d'endurance; il a, en réponse, exécuté les travaux suivants :

Une série d'éléments sans éclateurs fut connectée à

l'une des phases d'un circuit à 13000 volts, comprenant un alternateur de 2000 kilowatts, 1600^{m} de câble et 11^{km} de ligne aérienne. Les deux autres phases étaient protégées par des déchargeurs à intervalles réglés à 150 pour 100.

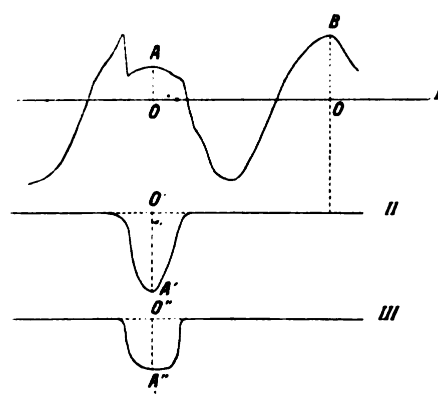


Fig. 6. — Fonctionnement d'un déchargeur à cuve avec électrodes plongeant dans le liquide.

Cas où la f. é. m. appliquée est supérieure à la f. c. é. m.

I. Oscillogramme de tension aux bornes de l'alternateur. OA = 1700 volts; OB = 3200 volts.

II. Oscillogramme d'intensité dans le déchargeur à cuve. O'A' = 174 ampères.

III. Oscillogramme de tension aux bornes du déchargeur. O"A" = 1700 volts.

Ceux-ci ne fonctionnèrent jamais au cours des essais d'endurance, ce qui indiquait l'absence de surtension notable.

L'arc abaissait le niveau du liquide jusqu'à ce qu'il eût atteint la longueur maxima compatible avec la tension de 13000 volts.

Ceci se produisait, suivant les dimensions des cuves, au bout de 5 à 20 minutes. Un plomb fusible réglé pour 20 ampères ne fondait pas, ce qui confirme l'équilibre des forces électromotrices déjà décelé par les oscillogrammes.

Creighton conclut de ces essais que l'endurance du déchargeur à cuve est assez grande pour écouler, jusqu'à ce qu'on ait pu déconnecter la ligne défectueuse, les surtensions continuelles produites par la mise à la terre de l'une des phases d'un circuit.

On lui a objecté qu'une série de décharges évaporerait rapidement le liquide et modifierait le réglage du déchargeur.

Il a répondu qu'il suffisait de faire les cuves étanches et d'ajouter un peu d'eau après les fonctionnements prolongés.

On peut craindre encore que les cuves ne soient sujettes à éclater comme les poteaux ou les arbres frappés par la foudre. Mais ces éclatements paraissent produits par des inégalités de conductivité qui n'existent pas dans les déchargeurs.

Il serait à souhaiter que des essais fussent pratiqués en France sur des déchargeurs de ce genre qui n'y ont pas encore été introduits, du moins à notre connaissance.

b. Déchargeurs électrolytiques a pellicule d'aluminium. — Ce type a été décrit dans *La Revue* du 29 février 1908.

Il doit être muni d'un intervalle d'air en série réglé bas, si l'on ne peut admettre le courant de perte notable (1 ampère) qui le traverse.

Au-dessus de la tension critique, voisine de 400 volts par élément, la force contre-électromotrice de la pellicule d'hydroxyde est dépassée et le courant passe en court-circuit. Dès que la tension redescend à la valeur critique, le courant s'arrête. On pourrait considérer l'appareil comme une résistance variable en série sur un déchargeur à cornes, mais il faut observer que la variation est discontinue.

La General Electric C° et la Westinghouse C° construisent toutes deux ces limiteurs, qu'elles recommandent pour les tensions dépassant 50000 volts.

Ils sont constitués par des cuvettes d'aluminium empilées les unes sur les autres et contenant un électrolyte de composition tenue secrète. D'après la General Electric C°, c'est à la surface de l'électrolyte que se formerait la pellicule d'hydroxyde.

L'éclateur est réglé, comme pour l'appareil à cuve, à 150 pour 100 de la tension de service. Pour 80000 volts, Westinghouse lui donne 230^{mm}. Le réglage est obtenu par le déplacement de l'une des branches.

Westinghouse a publié deux oscillogrammes montrant que, relié à un alternateur sans interposition d'intervalle d'air, ce déchargeur prend un courant de capacité, décalé de 70° en avant, et aussi que, pour le nombre de cuvettes adopté, le courant commence à filtrer vers 9000 $\sqrt{2}$ volts et passe en court-circuit à 12000 $\sqrt{2}$ volts.

Pour entretenir la pellicule, la General Electric C° recommande d'envoyer *journellement* dans l'appareil un courant de 1 ampère en amenant la branche mobile assez près de la branche fixe pour que l'arc jaillisse (¹). Cet entretien paraît donc assez assujettissant.

Aussi la General Electric C° recommande-t-elle de régler les déchargeurs des postes isolés à 175 ou 200 pour 100 de la tension de service, afin d'éviter un fonctionnement trop fréquent et de régler, au contraire, à 150 pour 100 les déchargeurs d'usine ou de sous-stations surveillées.

Déchargeurs à jet d'eau. — Ces appareils à courant d'eau ascendant ou descendant ont été antérieurements décrits. Les grandes stations centrales alimentant des réseaux aériens les emploient volontiers, en France du moins. On leur reproche seulement la perte constante qu'ils entraînent : 0,4 à 1 ampère, soit 12 à 30 kilowatts-heure par appareil pour une distribution à 30000 volts.

En Amérique, on considère cet inconvénient comme suffisamment grave pour renoncer à leur emploi.

Ils ont l'avantage corrélatif d'offrir constamment une résistance assez faible au passage des décharges sans interposition d'un éclateur qui peut toujours déterminer des résonances.

(¹) Ceci paraît répondre à la question posée par M. Blondin, qui demandait pourquoi l'on conservait sur ce déchargeur l'éclateur avec ses inconvénients ordinaires.



Montage et fonctionnement des déchargeurs. — Montage. — Un poste de déchargeurs comprend souvent, dans les grands réseaux, des appareils de divers types montés en dérivation les uns sur les autres.

Chacun des types d'appareils est, de plus, monté en multiple, conformément au schéma ci-contre, correspondant à une installation triphasée (*fig.* 7).

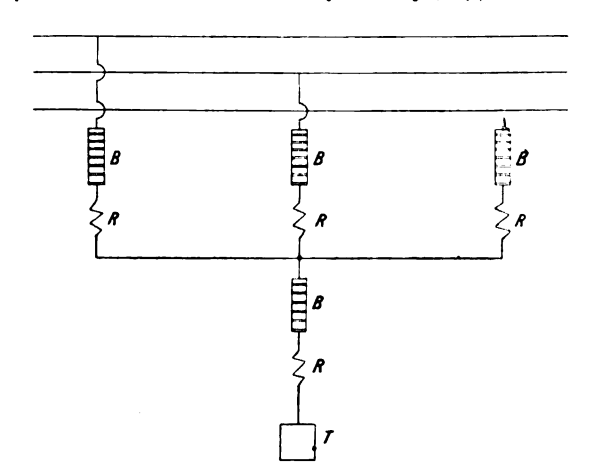


Fig. 7. — Montage en multiplex d'un déchargeur à cylindres.

B, Déchargeurs ; R, Résistances purement ohmiques ; T, Plaque de terre.

De cette manière, il y a deux déchargeurs en série interposés entre chaque phase et entre chaque phase et la terre.

Le neutre se trouve mis à la terre par l'intermédiaire d'un éclateur. Pour éviter la détérioration des déchargeurs lors d'une mise à la terre accidentelle d'une des phases, il suffit de régler les éclateurs pour que chacun d'eux tienne la totalité de la tension de service.

Controle du fonctionnement des déchargeurs. — Trop souvent le contrôle du fonctionnement se réduit à l'inspection de la surface des cylindres ou des cornes.

C'est un procédé sommaire qui ne peut révéler le passage des étincelles de faible énergie. En Amérique, on généralise l'emploi de papiers témoins, petits carrés de papier ignifugé que l'on intercale dans l'éclateur ou entre deux des cylindres (à l'extrémité du déchargeur, côté terre). L'aspect de la perforation produite par une décharge constitue un indice assez sûr de sa nature et, notamment, de son énergie. Cet aspect varie suivant la quantité d'énergie qui a passé, depuis la piqûre d'aiguille jusqu'au large trou carbonisé.

Ces papiers témoins ne paraissent pas être employés en France.

Bobines à réactance. — Ces bobines sont employées d'une manière presque générale, comme complément des diverses installations de déchargeurs, pour assurer la protection des appareils. Leur efficacité croît, naturellement, avec la fréquence propre de la perturbation qui tend à les traverser.

L'isolement des spires doit être particulièrement soigné, car elles constituent un point de changement d'impédance où les ondes propagées viennent se réfléchir et où la tension appliquée à l'isolant double de valeur.

Fil de fer tendu au-dessus de la ligne. — Cette pratique paraît se répandre de plus en plus en Amérique, et la Compagnie Westinghouse la recommande à condition de réaliser des terres fréquentes et bien établies, au moyen, par exemple, d'un fil rivé à une plaque de cuivre, plongée elle-même dans du charbon pulvérisé et humide.

L'expérience des Américains paraît conclure à l'efficacité de ce dispositif.

Certains lui reprochent d'être difficile à installer et de ne pas protéger la ligne contre les décharges latérales.

Par contre, on lui attribue une certaine valeur d'amortissement des décharges qui parcourent le fil de ligne. L'amortissement est d'autant plus grand que la fréquence est plus élevée. Steinmetz a fait remarquer à ce sujet qu'une partie seulement du flux magnétique accompagnant l'onde propagée agit comme flux d'induction mutuelle, utile à l'amortissement. La plus grande partie passe entre les conducteurs comme flux de self-induction sans consommer d'énergie ni réduire la surtension.

Essais des limiteurs. — Certains essais et certaines définitions sont déjà adoptés comme réglementaires par l'A. I. E. E.

L'an dernier, Creighton, Thomas et Neall ont poursuivi des recherches dans le but déclaré de généraliser cette réglementation encore rudimentaire pour la faire entrer dans le Code qu'élabore le Comité électrotechnique international.

Il ne sera peut-être pas inutile, pour la raison indiquée au début, de signaler les résultats, en majorité négatifs, auxquels ces auteurs sont parvenus.

Thomas et Creighton ont cherché à combiner des essais d'une réalisation facile pour tous les ingénieurs, et permettant de comparer entre eux les divers types de déchargeurs, au point de vue de leurs caractéristiques : tension d'amorçage, intervalle équivalent, efficacité du soufflage de l'arc, impédance opposée à la décharge, résistance d'isolement à la terre, extinction de l'arc sans dispositif de soufflage, perturbations déterminées par le fonctionnement, endurance aux décharges répétées.

1° Tension d'amorçage. — Elle doit être telle que le déchargeur fonctionne sûrement pour une certaine valeur minima de surtension et, d'autre part, qu'il ne se réamorce pas à la tension de service.

Thomas remarque que beaucoup de précautions doivent être prises pour mesurer avec exactitude la tension d'amorçage. Nous avons vu, par exemple, que la tension d'amorçage d'un déchargeur à intervalles multiples est d'autant plus basse que la fréquence est plus élevée et que la capacité des cylindres par rapport à la terre est plus grande.

La tension d'amorçage n'est donc pas une propriété intrinsèque d'un appareil, mais dépend et de la nature de la surtension et de la position par rapport aux appareils voisins.



2° INTERVALLE ÉQUIVALENT. — C'est la longueur de l'éclateur, qui, placé en parallèle avec l'appareil essayé, présente la même résistance au passage de l'étincelle.

Ici encore règne une grande imprécision.

Prendra-t-on pour équivalent celui qui laissera passer moitié, ou trois quarts, ou un dixième des décharges?

Supposons qu'on se soit arrêté à une de ces définitions pour une tension et une fréquence d'essai données; comment déduira-t-on, de l'intervalle équivalent ainsi défini, la valeur de la tension d'amorçage en service normal?

Creighton a indiqué une série de dispositifs d'essais pour la détermination de cet intervalle. Mais, comme Thomas l'a fait remarquer, on est entraîné par là hors du domaine des essais pratiquement réalisables par les ingénieurs exploitants ou constructeurs.

Ce sont des essais de laboratoires de recherches.

3° EFFICACITÉ DU DISPOSITIF DE SOUFFLAGE DE L'ARC. — Il est bon de vérifier par l'expérience si le dispositif de soufflage employé, intervalles à cornes, fusion de plomb, soufflage magnétique ou tout autre, est efficace.

Pour cet essai, on pourra monter directement l'appareil aux bornes d'un alternateur assez puissant et envoyer dans le circuit la décharge d'un condensateur qui amorcera l'arc.

4° IMPÉDANCE. — Elle varie avec la fréquence de la décharge, fréquence qui est elle-même comprise entre des limites fort écartées. La seule quantité fixe entrant dans l'impédance est la résistance ohmique.

Celle-ci, nous l'avons vu, doit satisfaire à des conditions contradictoires.

Trop forte, elle est exposée à éclater si elle est parcourue par une décharge trop intense ou trop soudaine, et elle empêche l'énergie de la surtension de s'écouler assez vite.

Trop faible, elle n'éteint pas l'arc fourni par l'alternateur.

Thomas fait remarquer que l'évaluation expérimentale d'une résistance ohmique par l'intervalle équivalent est assez illusoire, puisque la résistance à mesurer est, dans ce cas, à peu près seule intercalée dans le circuit. La mesure de l'intervalle équivalent n'indiquera donc que la tension aux bornes de l'alternateur ou du transformateur et dépendra des conditions de régulation du système, beaucoup plus que de la valeur de la résistance.

Tout au plus pourra-t-on se faire une idée de la valeur relative des impédances de deux déchargeurs en les montant en série, chacun avec son éclateur en parallèle, entre les deux pôles d'un circuit.

Cet essai trouve surtout son application dans l'épreuve de déchargeurs d'un type nouveau.

Thomas conseille d'employer, pour cet essai, la décharge d'un condensateur.

L'intervalle équivalent sera celui d'un éclateur monté en parallèle avec la résistance et laissant passer 50 pour 100 des décharges.

Le condensateur devra avoir une capacité assez grande pour que l'énergie qui traverse le déchargeur sous la tension de fonctionnement soit aussi voisine que possible de l'énergie qui pourra le traverser dans la pratique.

Thomas fait d'ailleurs remarquer, avec raison, qu'il faudra seulement tenir compte, pour cette évaluation, de l'énergie emmagasinée dans la partie de ligne voisine du déchargeur. L'impédance de la ligne retarde en effet l'afflux d'énergie venant des parties éloignées; de plus, une perturbation n'affecte d'ordinaire que quelques kilomètres de ligne, en sorte que l'épreuve de l'impédance devra se faire plutôt avec un haut potentiel (triple du potentiel de service, par exemple) qu'avec une forte capacité.

Thomas recommande de produire des décharges aussi brusques que possible, ce qu'on obtiendra en réduisant au minimum l'impédance du circuit en dehors de l'appareil à essayer.

Enfin, il faut prendre des dispositions pour que le courant ne persiste pas dans la résistance après que l'énergie de la décharge est dissipée.

5° ISOLEMENT. — Si l'isolement est défectueux, la décharge peut franchir en court-circuit une portion de l'appareil et le détériorer; un déchargeur ayant ce défaut doit évidemment être rejeté. L'essai pourra être fait en déchargeant dans l'appareil un condensateur chargé au triple de la tension normale et en observant si l'étincelle ne jaillit pas sur les surfaces isolantes.

6° EXTINCTION DE L'ARC EN L'ABSENCE DE DISPOSITIF DE SOUFFLAGE. — Comme Thomas le fait remarquer, l'arc sera d'autant plus difficile à supprimer qu'il sera alimenté par un alternateur plus puissant.

Pour être concluant, l'essai devrait donc être fait, non au laboratoire, où l'on ne dispose en général que d'une puissance insuffisante, mais sur l'installation même qui est à protéger, et, dans ce cas, l'appareil essayé risquera fort d'être brûlé.

Les déchargeurs et les circuits voisins ne seront guère moins exposés.

La facilité d'extinction dépend de la construction de l'appareil et de la valeur des résistances en série ou en dérivation.

Le déchargeur devra donc être muni de ses accessoires, et l'essai sera mené comme celui des dispositifs de soufflage.

Thomas propose, à titre d'exemple, et pour le cas où le déchargeur est essayé sur l'alternateur de service, d'installer un transformateur spécial qui lance la décharge dans l'appareil, relié d'autre part au circuit d'utilisation, et de vérifier si l'arc s'éteint.

Il remarque, en outre, qu'il est important de déterminer avec exactitude le point de la courbe de tension où la décharge intervient.

Ainsi, dans les déchargeurs avec résistances placées en dérivation sur un certain nombre d'intervalles, aucun courant ne franchit ceux-ci quand la surtension se produit dans la partie ascendante du cycle; c'est le contraire qui se passe quand il n'y a pas de résistance en dérivation.

En somme, cette propriété d'extinction de l'arc dépend de conditions complexes et échappe presque complètement aux vérifications précises du laboratoire.

5...

7° Perturbations accompagnant le fonctionnement des déchargeurs. — Ces perturbations se ramènent au court-circuit produit pendant le passage de l'arc et aux surtensions consécutives à son extinction.

Ici encore, le résultat dépendra, dans une grande mesure, des diverses conditions de l'installation. Un essai entrepris sur l'installation même sera, en général, difficile et le résultat peu sûr, au dire de Thomas lui-même. On pourra faire usage d'un oscillographe.

8° Endurance aux décharges répétées. — Les conditions de l'essai devront reproduire autant que possible les conditions les plus dures auxquelles l'appareil pourra être soumis en cours d'exploitation.

L'essai pourra être monté comme pour vérifier la facilité d'extinction de l'arc. L'intervalle entre les décharges consécutives devra être choisi d'après les conditions de service de l'appareil.

Cet essai est spécialement utile pour les appareils à basse tension tels que ceux du type traction.

Thomas, d'accord en cela avec Steinmetz, conclut en remarquant que ces essais peuvent donner des notions sur les services qu'un déchargeur donné est susceptible de rendre, sur le classement relatif des différents types, et qu'ils peuvent conduire les constructeurs à perfectionner leurs appareils dans un sens donné; mais il ajoute qu'aucun essai de laboratoire ne vaut l'expérience prolongée d'un service d'exploitation.

Telle paraît bien être l'opinion de la majorité des ingénieurs américains.

Nous retiendrons cette conclusion d'un caractère plutôt négatif.

Notons, en terminant, un essai proposé par Neall, dans le but de reproduire le plus fidèlement possible les conditions de la pratique : il consiste à monter le déchargeur dans sa position de service sous la tension normale d'exploitation, puis à y faire passer l'étincelle d'une bobine de Ruhmkorff alimentée par une batterie d'accumulateurs.

Pour obtenir l'énergie suffisante, deux condensateurs seraient placés en série aux bornes du déchargeur.

On a objecté que, si cet essai paraissait logique *a priori*, il était tout au moins douteux que les condensateurs puissent se décharger, étant constamment maintenus sous la tension de la ligne.

J. Grosselin.

DIVERS.

Dispositif de protection contre les surtensions pour compteurs électriques, par John BUSCH (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 9 juillet 1908, p. 670). — Les compteurs installés sur les réseaux aériens sont plus ou moins exposés, suivant leur type et les conditions locales, à être endommagés par la foudre ou même par de faibles décharges atmosphériques. Le plus souvent les dégâts se traduisent par une rupture de l'isolant du feeder venant de la centrale ou de l'enroulement du compteur, rupture qui provoque la formation d'une étincelle. L'auteur a observé ces phénomènes sur une période de 9 années et signale des cas où des étincelles ont éclaté entre des points distants de 12^{mm}, ce qui permet de supposer que ces hautes tensions ne peuvent provenir que de l'électricité atmosphérique qui charge la ligne. Nous résumons ci-dessous ses explications et indiquons le remède préventif qu'il propose.

Les fils isolés d'une installation d'abonné reposent sur des poulies fixées au mur ou bien sont tirés dans des tubes noyés dans le mur; ils constituent ainsi avec la terre un condensateur. Dans les réseaux trifilaires, avec conducteur moyen à la terre, il y a une dérivation directe au sol par l'intermédiaire des lampes qui sont actuellement allumées. Admettons maintenant qu'il y ait de l'électricité accumulée sur la ligne; elle cherche à s'écouler à la terre ou à charger le condensateur à travers le compteur; si celui-ci a peu ou point de self-induction, il la laissera passer, à moins encore qu'elle ne se neutralise à travers l'isolant. Au contraire, un appareil doué d'une forte inductance arrêtera la décharge, ce qui provoquera, en avant de la bobine, une tension assez élevée pour percer l'isolant ou produire une étincelle capable d'endommager l'appareil. Or les ampère-heuremètres et wattsheuremètres pour grandes intensités n'ont pas ou n'ont que peu de self-induction; ils ne sont donc pas exposés à subir des avaries, mais les petits wattsheuremètres dont la bobine a une inductance appréciable risquent d'être complètement détruits.

La capacité par rapport à la terre des deux premiers systèmes d'appareils est à la vérité plus grande que pour le troisième, mais il n'y a pas lieu d'envisager les troubles qui peuvent résulter de l'existence même de cette capacité.

On voit que la bobine d'un compteur joue, par rapport à l'installation intérieure, le rôle d'un dispositif de sécurité, mais cet avantage ne peut compenser la perte de l'instrument, qui est d'un prix élevé; c'est pourquoi l'auteur a cherché à le protéger lui-même au moyen d'un parafoudre. Ce dernier consiste en une lame de tôle ou un fil élastique tendu entre les deux bornes du compteur, mais dont les extrémités sont isolées par une bande de papier très mince. La décharge atmosphérique préférera crever le papier plutôt que passer à travers la bobine. A cause de la faible énergie mise en jeu, il n'y a pas à craindre la fusion et la soudure des parties en contact, pas plus que la formation d'une étincelle, la chute de tension entre les bornes étant au plus 2 volts. De nombreux essais avec une machine à influence ont démontré l'efficacité de ce dispositif, et les appareils qui en sont munis depuis 1 an et demi n'ont rien eu à souffrir des décharges atmosphériques.

B. K.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉGRAPHIE.

Du Bréguet au Pollak et Virag et aux téléphotographes (Esquisse de l'histoire de la télégraphie électrique et des appareils télégraphiques rapides). — La télégraphie électrique est la plus ancienne application industrielle de l'électricité. Son étude un peu approfondie fournit aisément la matière d'un gros Traité. Non seulement la description des premiers télégraphes, aujourd'hui désuets, ne serait pas sans intérêt en montrant la genèse d'idées fécondes chez les divers inventeurs, mais encore la description des perfectionnements incessants auxquels elle donne lieu tous les jours fournirait ample matière à d'intéressants développements.

En laissant de côté tout ce qui n'est pas la télégraphie électrique, les procédés nombreux et divers qui à l'origine des civilisations et chez les peuples anciens servirent à la transmission de la pensée (clepsydre à signaux des Romains, feux colorés et intermittents qui servaient aux Gaulois comme signes de ralliement et qui constituèrent chez les Chinois tout un art très avancé de communications à distance); en omettant même l'exposé de la si utile invention des frères Chappe qui ne se perfectionna et parvint à conquérir peu à peu tous les postes d'Europe qu'au prix d'incessants et très nombreux travaux; en ne commençant enfin l'étude de la télégraphie qu'au moment où elle emprunte le courant de la pile de Volta comme mode d'action et le solénoïde d'Ampère comme âme de ses appareils, on pourrait consacrer plusieurs Chapitres à l'exposé des nombreux types de télégraphes, les uns qui furent seulement décrits, d'autres qui fonctionnèrent et assurèrent même le service pendant plusieurs années, dispositifs souvent très ingénieux et parmi lesquels nous découvririons l'origine de combien d'inventions qui devinrent heureuses lorsqu'elles furent transportées plus tard dans d'autres domaines des applications électriques ou même purement mécaniques.

Quand on compulse les Traités de télégraphie édités vers 1850, on est étonné du grand nombre d'appareils qu'on imagina et qui retinrent même l'attention des administrations et des savants.

C'est d'abord toute la classe des *télégraphes à aiguilles* dont certains, tel le télégraphe à deux aiguilles de Walker, furent alors considérés comme les plus parfaits des télégraphes électriques. Ces télégraphes étaient à signaux. Celui imaginé par Bréguet et utilisé en France s'ingéniait à répéter et à représenter au moyen de deux aiguilles les signaux adoptés par le télégraphe Chappe. Après avoir accumulé contre l'invention des Chappe toute une série d'obstacles; lorsque l'ingénieuse idée de Claude Chappe qui permit aux trois frères, pensionnaires dans des établissements différents, de communiquer malgré la distance à l'aide de simples réglettes de bois; lorsque cette idée eut été adoptée et fut devenue le mode officiel de communication télégraphique, on ne conçut plus qu'un télégraphe, fût-il électrique et employât-il le secours d'un fil de ligne, pût se servir d'autres signaux que des signaux Chappe. Aussi les premiers inventeurs, Bréguet en particulier, se virent-ils obligés de concevoir des dispositifs électriques réalisant les signaux Chappe pour faire adopter leurs télégraphes par les administrations intéressées : tellement puissantes sont la routine et la force de l'habitude!

L'étude des appareils successivement utilisés en télégraphie peut se faire en suivant deux époques qui constituent deux phases bien nettes de la télégraphie électrique.

Une première époque durant laquelle on ne se préoccupait nullement de faire rendre à la ligne tout ce qu'elle pouvait donner. Des appareils simples : le Bréguet, le Morse, répondirent alors parfaitement par leur robustesse et leur simplicité même aux besoins des transactions. Mais bientôt le public s'habitua à ce mode nouveau de correspondance; ses exigences s'accrurent et le désir se fit jour, pour éviter des erreurs de lecture, d'obtenir les télégrammes sous forme typographique. En même temps l'encombrement des fils s'accrut.

Alors débute la seconde époque : celle des appareils rapides. L'appareil imprimeur du professeur Hughes résolut le problème de l'impression du télégramme en caractères typographiques. Mais le développement économique si rapide de notre société actuelle ne pouvait se contenter longtemps de dispositifs écoulant 50 à 60 télégrammes à l'heure en moyenne, fussent-ils imprimés. L'ère des transmissions rapides s'ouvre et, avec elle, la mise en exploitation vraiment raisonnée d'un fil de ligne.

Le fil qui relie deux cités est l'organe vraiment coûteux du télégraphe. Aussi, dès que la nouvelle invention passe du domaine du luxe dans celui de

l'utile, aujourd'hui de l'indispensable, se préoccupe-t-on de tirer d'un fil tout ce qu'il peut rendre.

Trois solutions furent apportées au problème :

Une première par les *appareils à composition préalable : le Wheatstone automatique.*

Une deuxième par les *appareils multiples* qui présentent deux modes :

Les mises *en duplex* et *en quadruplex* du Morse ou du Hughes ;

Les *multiplex*, dont le plus parfait est le *Baudot*.

Une troisième solution est donnée par les *multi-communicateurs*, qui se rapportent à deux types généraux :

1° Les multicommunicateurs à courants vibrés ou à diapason, dont le principe fut indiqué dès 1860 par l'abbé Laborde et que réalisent le télégraphe de Paul Lacour mis en pratique en 1873, et plus récemment le *duodeciplex* de M. Mercadier (1900);

2° Les multicommunicateurs à ondes électriques dont j'ai indiqué moi-même le principe en 1898 (1).

C'est en suivant ces développements que nous étudierons successivement les divers appareils télégraphiques. Nous rappellerons très brièvement ce que sont en principe :

Le télégraphe à cadran de Bréguet;

Le télégraphe ou système de Morse, qui nous amènera à fixer les conditions de la *réception d'un signal télégraphique*.

Nous pourrons, comprenant alors les raisons de leurs complications, étudier :

Le télégraphe automatique à composition préalable de Wheatstone ;

Le télégraphe imprimeur de Hughes ;

Les principes des méthodes de mise en duplex et en quadruplex du Morse, du Hughes, du Wheatstone ;

Enfin, le télégraphe Baudot, qui est la meilleure des solutions par muliples.

Tous ces dispositifs télégraphiques sont en effet aujourd'hui bien connus et ont été souvent décrits.

La multicommunication télégraphique, exposée dans ses principes et dans ceux de ses appareils qui commencent à être réalisés, ouvre une nouvelle ère pour la télégraphie : celle des télégraphes extrêmement rapides.

Cette incursion dans le domaine de la future exploitation télégraphique nous amènera à décrire des appareils vraiment merveilleux et par le problème qu'ils résolvent et par la répercussion d'ordre économique qu'ils vont produire.

(1) A. Turpain, *Comptes rendus Académie des Sciences*, 26 décembre 1898. — *Recherches expérimentales sur les ondes électriques* (Paris, A. Hermann, 1899). — *Les applications pratiques des ondes électriques* (Gauthier-Villars, 1902).

Je veux parler du *télégraphe Pollak et Virag*, qui mérite, malgré sa vitesse de 40000 mots à l'heure, de prendre place dans une classe antérieure, celle des appareils à composition préalable. Je fais allusion aux téléphotographes et, en particulier, au *télautographe Carbonnelle*, qui réalise une vitesse de transmission aussi étonnante, presque double de la précédente, et cela en restaurant d'une manière bien ingénieuse le principe d'un télégraphe écrivant déjà ancien : l'appareil Casselli.

Je fais allusion encore à l'*électrotypographe* (1), qui va bientôt révolutionner une industrie, celle du livre, et un rouage tout récent de la vie moderne, le journal.

Première époque : Appareils télégraphiques simples.

Principe du télégraphe électrique. — Tout télégraphe est réalisé grâce à la mise en œuvre du principe expérimental suivant :

Chaque fois qu'un courant électrique continu parcourt les spires d'un solénoïde, il développe à l'intérieur un champ magnétique uniforme ou tout au moins constant. Ce champ magnétique dure tant que le solénoïde est actif. Dès que le courant cesse de traverser le solénoïde, le champ magnétique disparait.

Armez l'intérieur d'un solénoïde d'un cylindre de fer doux, en augmentant par là même la perméabilité magnétique du milieu qu'entourent les spires du solénoïde, vous en augmentez la puissance magnétique. Vous avez réalisé alors l'électro-aimant, cet aimant qui ne garde la propriété d'attirer le fer et les métaux magnétiques que temporairement, que pendant le temps et rien que pendant le temps durant lequel les spires conductrices qui l'entourent sont parcourues par le courant électrique.

1° ***Télégraphe Bréguet.*** — Le problème qu'on se propose est l'arrêt d'une aiguille sur un cadran portant sur son pourtour, à la manière des heures d'une horloge, les diverses lettres de l'alphabet. La solution en est bien connue.

Ce télégraphe présente l'avantage de transmettre les télégrammes en langage clair; mais la lenteur avec laquelle on doit mettre en rotation la manivelle du manipulateur pour permettre à l'aiguille du récepteur d'en suivre bien exactement tous les déplacements ne permet pas de transmettre en moyenne plus de 15 à 20 télégrammes de 20 mots à l'heure.

2° ***Télégraphe Morse.*** — On se propose, au moyen de cet appareil d'échanger, des signaux suivant un code déterminé. L'appareil produit à volonté sur une bande des traits ou des points plus ou moins espacés, provenant d'émissions de courant longues ou brèves.

Propagation du courant sur une ligne télégraphique. — L'appareil Morse ne permet l'échange de

(1) Voir *Revue générale des Sciences*, 30 octobre et 15 novembre 1907 : *De la presse à bras à la linotype et à l'électrotypographe*.



télégrammes entre deux postes qu'avec une rapidité modérée. C'est ainsi qu'en service courant l'échange de 20 télégrammes de 15 mots à l'heure est un maximum. La rapidité du récepteur, celle même de l'employé, sont en effet limitées. Que se passera-t-il si nous supposons ces rapidités accrues à l'extrême? Il nous faut alors regarder d'un peu plus près comment une émission de courant se propage sur une ligne télégraphique. Cette étude est en effet la préface nécessaire de celle des appareils télégraphiques rapides. Considérons donc l'état de la ligne sur laquelle on envoie des courants. En télégraphie, il est surtout important de considérer l'état variable du courant à l'extrémité de la ligne. C'est en ce point seulement qu'il intéresse en effet le fonctionnement des appareils. Dans le cas d'une émission de courant de durée illimitée, la ligne étant reliée à terre, la figure 1 donne la courbe du courant à l'arrivée. Si la pile a une force électromotrice E, l'intensité maxima limite est I_l : avec une pile de force électromotrice e, l'intensité limite serait i_l, toutes les ordonnées de la nouvelle courbe étant déduites de la précédente dans le rapport $\frac{e}{E}$.

La durée d'obtention de l'intensité limite maximum n'est pas diminuée, mais un appareil dont l'électro nécessitait pour fonctionner l'intensité i, qui fonctionnait avec E au bout du temps t, ne fonctionnera avec e qu'au bout du temps $t + \theta$.

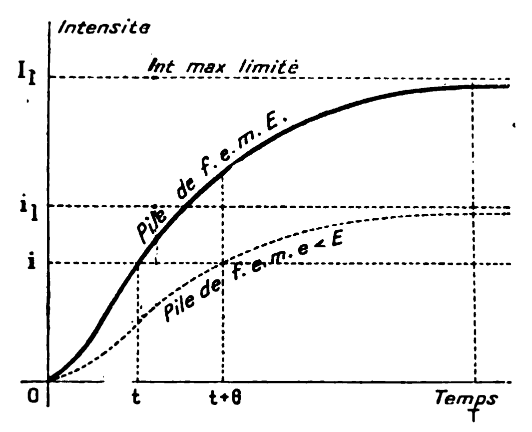


Fig. 1. — Courbe du courant à l'arrivée : cas d'une émission de durée illimitée.

La durée T de l'état variable dépend de bien des causes : de la capacité, de la résistance, de la self-induction de la ligne, c'est-à-dire non seulement de ces quantités relatives au seul fil de ligne, mais aussi des résistances de la pile, de la terre et du récepteur, de la self-induction du récepteur que la présence d'électros rend très notable.

Cette self-induction développe un courant de sens inverse qui diminue l'intensité I_l.

Enfin, les courants étrangers qui circulent dans le fil, *courants d'induction, courants telluriques*, ont également une action sur la durée d'établissement de I_l.

On peut étudier expérimentalement ce phénomène en disposant une série de galvanomètres sensibles étalés sur une ligne. Le plus rapproché de la pile dévie le premier; un instant après le deuxième dévie, et c'est le plus éloigné de la pile qui entre le dernier en jeu.

Pour ceux qui sont situés sur la première partie de la ligne, les déviations augmentent rapidement ; pour ceux les plus éloignés, les déviations croissent lentement d'une manière continue. Un galvanomètre sensible placé à l'extrémité de la ligne permet de construire la courbe précédente par points : mais on obtient ainsi difficilement le moment précis où la courbe se sépare de l'axe des temps, ainsi que le moment précis où l'intensité atteint sa valeur maximum.

Rien d'étonnant à cela : la théorie n'indique-t-elle pas par un calcul simple que le temps nécessaire à l'établissement d'un courant constant est infini? Pratiquement, l'augmentation cesse d'être appréciable à partir d'un moment donné qui varie avec la sensibilité de l'instrument. On peut considérer l'état stable établi à partir de ce moment.

Le temps qui s'écoule entre le moment où le contact est établi avec la pile au poste de départ et la production d'un signal au poste d'arrivée varie avec l'appareil employé, avec la nature et la longueur de la ligne.

On admet que $T = \frac{2}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$ de seconde pour un appareil Hughes avec une ligne aérienne de 500^{km} (fil de fer de 4^{mm} de diamètre); il est trente fois plus long et égal à $\frac{9}{100}$ de seconde pour le même appareil avec une ligne souterraine ou sous-marine de même conductibilité.

Cas d'un signal télégraphique. — Supposons maintenant que l'émission de courant n'ait duré qu'une fraction, notable toutefois, de la durée T d'établissement au régime constant I_e, et qu'il soit ensuite interrompu ; la courbe obtenue est alors celle de la figure 2.

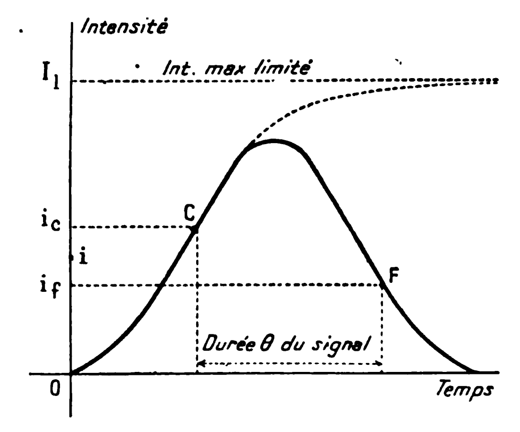


Fig. 2. — Courbe du courant à l'arrivée : cas d'un signal télégraphique.

Comme la palette de l'électro est au début plus éloignée, le courant de fonctionnement est $i_c > i$; la palette est, à la fin, plus près de l'armature; elle restera donc en contact jusqu'à une valeur de l'intensité $i_f < i$. La durée du signal de i_c en i_f est θ.

Cette durée constitue la vraie sensibilité de l'appareil plutôt que la sensibilité même de l'électro, qui est

marquée par i_c. C'est en effet θ qui influe sur la rapidité de la transmission.

On voit que la production du signal au début se fait avec netteté et précision, puisqu'en un point où la courbe monte avec rapidité la fin du signal est beaucoup moins nette; F est un point d'une région où la courbe s'abaisse par degrés insensibles; il se produit ce qu'on appelle une *queue de courant*. Dans certains appareils Hughes, le point C seul est à considérer.

Lorsque les appareils fonctionnent entre deux limites de courant, il y a avantage à ce que les courbes aient une allure aussi raide que possible, tant dans la partie montante que dans la partie descendante. Cela atténue les effets de la queue de courant. A cet égard, la self-induction des lignes peut être utile (Vaschy).

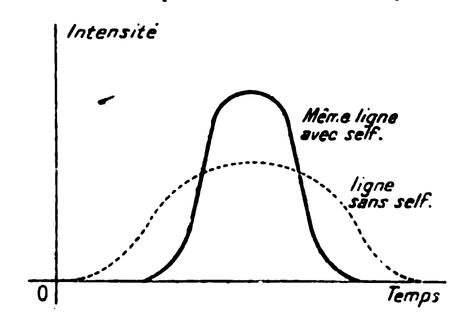


Fig. 3. — Influence de la self-induction.

La figure 3 montre l'influence de la self-induction sur la forme de la courbe d'arrivée.

On croyait, avant Vaschy, que la self des lignes était nuisible comme celle des appareils. Il est vraisemblable qu'on améliorerait les transmissions en embrochant de distance en distance sur les longues lignes des bobines de self de faible résistance, L, convenablement choisie.

M. Estaunié cite le cas d'une communication qui ne pouvait excéder 96^{km} et fut portée à 352^{km} par l'emploi de self répartie sur la ligne.

Cas d'émissions brèves faites à intervalles égaux (série de points). — Le courant n'atteint pas à l'arrivée

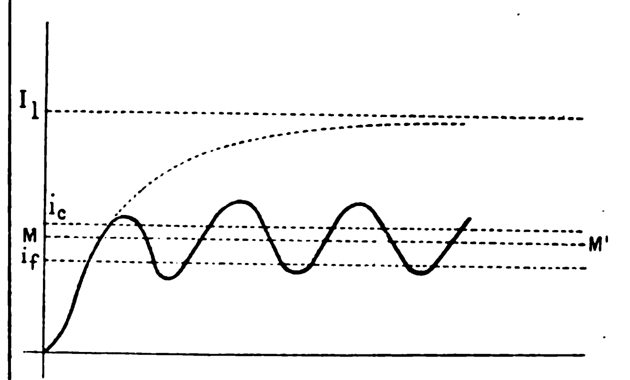


Fig. 4. — Cas de la transmission d'une série de points (très bon fonctionnement). La durée de l'émission est triple de la durée de l'intervalle.

le régime permanent. Entre deux émissions, la décharge du conducteur ne peut se faire complètement.

Les sinuosités de la courbe (*fig.* 4) après les deux

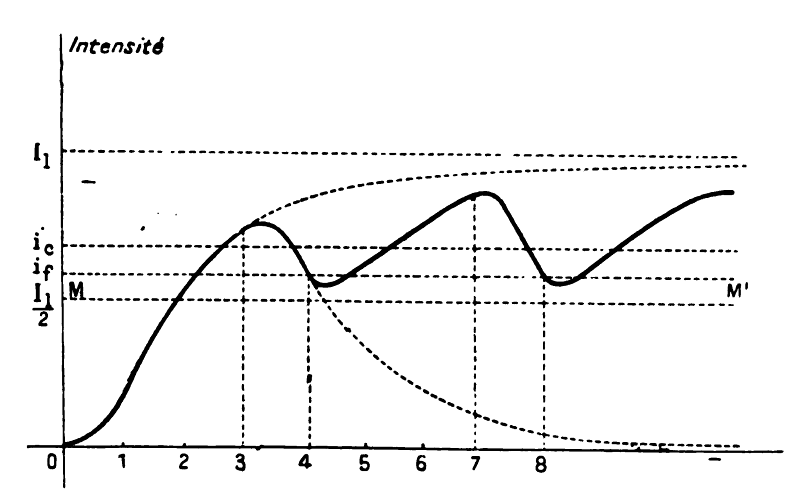


Fig. 5. — Cas de la transmission d'une série de points (bon fonctionnement). La durée de l'émission est triple de la durée de l'intervalle.

ou trois premiers points sont d'autant plus accentuées que les émissions se succèdent à des intervalles plus éloignés; elles se rapprochent au contraire de la ligne médiane MM', en différent très peu, si la manipulation est très rapide. Comme l'appareil nécessite pour fonctionner que l'intensité soit supérieure à i_c au début, inférieure à i_f à la fin de chaque signal, si les émissions sont trop rapides, l'électro à l'arrivée n'y répondra pas. Plusieurs cas sont à considérer :

1° Les sinuosités sont comprises entre i_c et i_f : pas de fonctionnement.

2° i_c au-dessus de MM', i_f au-dessous : bon fonctionnement.

3° i_c et i_f au-dessous de MM' : longs traits séparés

par des intervalles courts; l'appareil est trop sensible.

4° i_c et i_f au-dessus de MM' : petits traits séparés par de longs intervalles ; l'appareil n'est pas assez sensible.

Cas d'émissions longues faites à intervalles égaux (série de traits). — On a encore (*fig.* 5) des sinuosités régulières (on suppose que la durée de l'émission est le triple de celle de l'intervalle), mais les parties ascendantes de la courbe sont plus longues que les parties descendantes. Si l'appareil est réglé pour transmettre des points, on aurait de longs traits séparés par des intervalles courts ou même un trait continu, à moins qu'on n'espace davantage les émissions. On voit, en particulier, qu'ici les limites de la sensibilité pour une réception convenable doivent être toutes deux audessus de la ligne MM', condition contradictoire de la précédente.

Si donc on veut accroître la rapidité des signaux, il faut se préoccuper de moyens d'atténuer les effets de la période variable.

Quatre méthodes ont été préconisées à cet effet :

1° La *méthode de la décharge directe* de la ligne, qui consiste à mettre la ligne à la terre à ses deux extrémités à la fin de chaque émission (décharge Schwendler, Farjou). Cette méthode est d'ailleurs peu employée.

2° La *méthode des courants de compensation,* qui consiste à sectionner les émissions longues en deux périodes, la première durant laquelle la ligne est reliée à une pile débitant un fort courant, la seconde pendant laquelle la ligne est reliée à une pile débitant un courant faible. On obtient ainsi une charge sensiblement constante de la ligne. Le transmetteur Wheatstone automatique (modèle ancien) réalise un dispositif de ce genre.

Un dispositif simple indiqué par M. Godfroy consiste à placer une forte self-induction en dérivation sur la ligne (*fig.* 6). Au commencement de l'émission, la

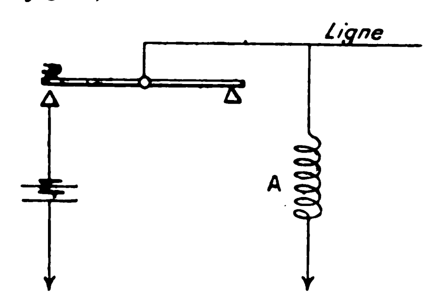


Fig. 6. — Atténuation des effets de la période variable. Emploi de courants de compensation (procédé Godfroy).

résistance apparente de A est très grande; par suite de la variation notable d'intensité, la dérivation du courant est presque nulle. Quand la période variable s'avance, la résistance de A diminue et la dérivation du courant devient notable. On a une compensation véritablement automatique.

3° La *méthode des courants de décharge ou de repos.* — Elle consiste à envoyer après chaque émission une émission de sens inverse et de durée appropriée. C'est le procédé le plus efficace; aussi tous les appareils rapides en font usage.

La figure 7 donne la forme de la courbe représentant l'intensité du courant à l'arrivée dans le cas de courants inversés.

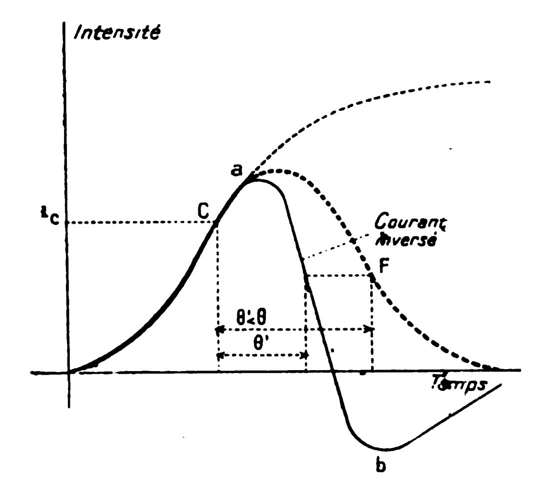


Fig. 7. — Influence des courants inversés sur la forme de la courbe du courant à l'arrivée.

4° La *méthode du condensateur,* qui consiste à couper la ligne au départ et à l'arrivée par des condensateurs (*fig.* 8). Les courants sur la ligne sont dus

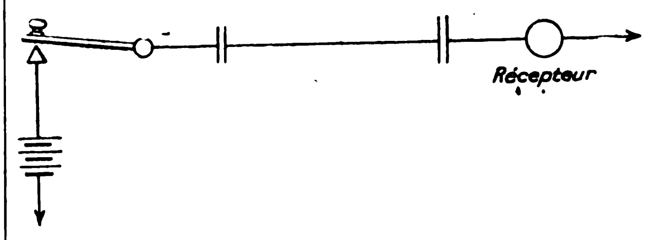


Fig. 8. — Atténuation des effets de la période variable. Méthode du condensateur.

alors aux charges et décharges successives du condensateur.

Seconde époque : Télégraphie rapide.

Première solution : Télégraphe automatique à composition préalable de Wheatstone. — Le premier des télégraphes rapides de Wheatstone, automatique, met à profit l'étude que nous venons de faire de la propagation d'un courant. Les effets de la période variable se trouvant atténués, les émissions peuvent se succéder avec une grande rapidité.

Principe. — La transmission a lieu suivant les signaux du code Morse, mais on charge un mécanisme de transmettre avec une très grande rapidité la série des combinaisons de traits et de points traduisant les mots. Aucun employé ne pourrait en effet atteindre la vitesse

de transmission que l'appareil procure. La transmission se fait dès lors au moyen d'une bande préalablement perforée de traits et de points. Pour fournir à un transmetteur, il faut donc toute une équipe d'employés perforateurs qui préparent à l'avance les bandes dont l'appareil transmettra les signaux. A l'arrivée, le récepteur fournit une bande imprimée en signaux Morse, qui se déroule avec une telle vitesse, que là encore une équipe d'employés lecteurs est nécessaire pour traduire rapidement en langage clair le flot de signaux que fournit le récepteur.

TÉLÉGRAPHES IMPRIMEURS : TÉLÉGRAPHE HUGHES. — *Principe.* — Le télégraphe imprimant de Hughes se propose de fournir la réception du télégramme sous la

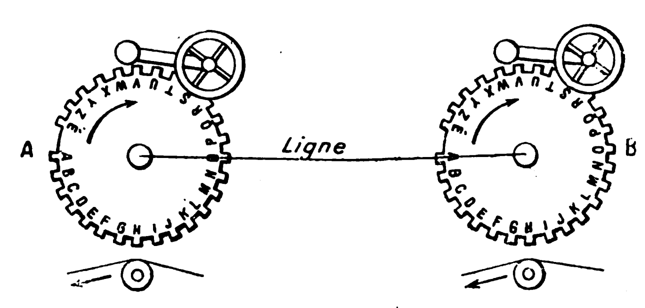


Fig. 9. — Principe du télégraphe imprimant Hughes.

Deux roues des types animées aux postes extrêmes de mouvements rigoureusement synchrones permettent en B l'impression d'un caractère, H, lorsqu'en A ce caractère se présente sous la verticale.

forme d'une bande imprimée en caractères typographiques. Le principe en est simple : imaginez deux roues portant, gravées sur leur jante, les caractères de l'alphabet en relief (roues des types). Placées aux deux extrémités de la ligne, ces roues se trouvent animées l'une et l'autre de mouvements rigoureusement synchrones, si bien que lorsqu'en A (*fig.* 9) la lettre H passe par la verticale, au poste B la même lettre se trouve également sur la verticale. Si, par l'intermédiaire de la ligne et d'électro-aimants, les mouvements de frappe de bandes de papier contre chaque roue des types sont rendus solidaires, lorsqu'on produira en A le rapide contact de la bande contre la jante de la roue, d'ailleurs encrée, le même contact se produisant au poste B déterminera sur la bande de B l'impression de la lettre H.

Deuxième solution : Télégraphie multiple. — La rapidité que présentait déjà le télégraphe automatique à composition préalable de Wheatstone, la commodité et la sécurité que vint apporter à l'échange des dépêches l'appareil imprimant de Hughes déterminèrent bientôt un tel accroissement des échanges télégraphiques, qu'on dut se préoccuper d'accroître le rendement des lignes. On y parvint tout d'abord en réalisant avec les appareils en usage des systèmes de transmissions duplex, diplex, quadruplex et enfin multiplex.

DÉFINITIONS. — Le problème de la transmission *duplex* consiste à envoyer deux télégrammes à la fois par un même fil en sens inverse. Deux postes A, B sont reliés par un fil unique : A transmet à B et reçoit de B simultanément.

La transmission *diplex* est la réalisation de la trans-

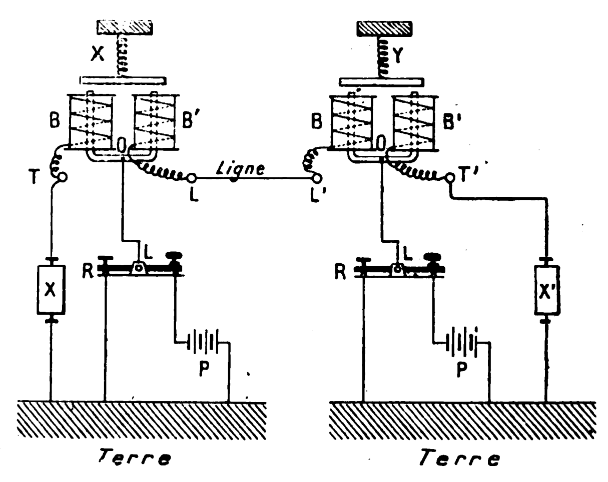


Fig. 10. — Système duplex différentiel.

Chaque manipulateur abaissé isolément n'actionne que l'électro récepteur du poste correspondant. Lorsque les deux manipulateurs sont simultanément abaissés les piles de chaque poste déterminent la mise en action des électros récepteurs de leur poste même.

mission simultanée de deux télégrammes dans le même sens : A transmet à B deux télégrammes à la fois.

La transmission *quadruplex* réalise la combinaison du duplex et du diplex : A transmet simultanément deux télégrammes à B et reçoit en même temps de B deux télégrammes.

La transmission *multiplex* consiste dans l'envoi simultané de plusieurs télégrammes dans un même sens. On réserve le nom de *multicommunicateur* au dispositif qui permet de transmettre et de recevoir simultanément plusieurs télégrammes par un même fil.

PRINCIPE DU DUPLEX. — Deux solutions simples et classiques du problème du duplex nous permettront de saisir dans ce qu'il a d'essentiel le procédé qui permet deux relations simultanées entre deux postes X et Y :

1° Le système *différentiel* que représente la figure 10 montre comment se résout le problème. L'axe de chaque manipulateur, au lieu d'être directement lié à la ligne, est réuni à l'armature de l'électro récepteur. L'une des extrémités de chaque bobinage de cet électro est également reliée à cette armature. Les deux extrémités libres sont réunies l'une à la ligne, l'autre à la terre par l'intermédiaire d'une résistance calculée de manière que les deux circuits bifurqués à partir de O aient même résistance.

Ceci étant, supposons que le poste X transmette; le manipulateur étant abaissé, le courant de la pile P se partage en O et traverse les deux bobines B et B' du récepteur de X en sens inverse et avec une même intensité, de telle manière que, le magnétisme développé dans la bobine B étant identique à celui développé dans la

bobine B', la palette de X demeure non attirée. Au poste Y, le courant parcourt la bobine B, se rend au sol par L et R; une partie se dérive en O vers B' et le sol à travers X', traversant la bobine B' dans le même sens que B. La palette du récepteur Y sera donc attirée.

De même, lorsqu'en Y, et en Y seulement, le manipulateur est abaissé, il détermine l'attraction de la palette du récepteur de X et nullement celle de son propre poste.

Supposons enfin que les deux manipulateurs soient simultanément abaissés: aucun courant ne parcourt alors la ligne, les deux piles se trouvant disposées en opposition par la ligne même et les bobines B' de X et B de Y. Par contre, à chaque poste, le courant de chacune des piles se dérive à la terre à travers l'enroulement de l'une des bobines du récepteur. Ainsi, pendant l'abaissement simultané des manipulateurs, chaque pile détermine l'attraction de la palette du récepteur de son propre poste.

Les deux manipulateurs peuvent donc être actionnés simultanément et chaque récepteur traduira, par les attractions de sa palette, les mouvements même imprimés au manipulateur du poste correspondant. La transmission duplex est donc assurée.

2° Le système du *pont de Wheatstone,* dans lequel on met en complète indépendance le manipulateur M et le récepteur R d'un même poste. Si, en effet (*fig.* 11), *a*,

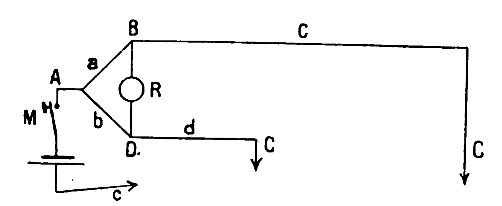


Fig. 11. — Principe du pont de Wheatstone.
Indépendance complète entre le manipulateur M et le récepteur R d'un même poste.

c, *b*, *d* sont les résistances des branches AB, BC, AD, DC, aucun courant ne passera en BD par le récepteur R

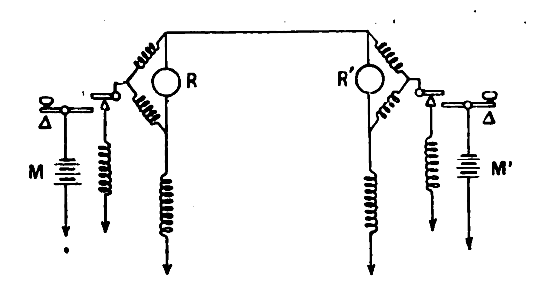


Fig. 12. — Système duplex par pont de Wheatstone.
Le manipulateur M actionne le récepteur R' en même temps que le manipulateur M' actionne le récepteur R et d'une manière indépendante.

si l'on a $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ et cela que le manipulateur M ferme ou non le courant de la pile. Le schéma de la figure 12 montre dès lors comment on applique cette propriété du pont de Wheatstone à la mise en relation duplex des appareils M et R', M' et R.

Principe du diplex. — Supposons que deux manipulateurs *m*, *m'* soient susceptibles d'être actionnés simultanément à un même poste; quatre combinaisons correspondent aux positions respectives de ces manipulateurs; on utilise ces quatre combinaisons à mettre la ligne en relation avec l'un ou l'autre des pôles d'une pile faible P ou d'une pile à plus grand nombre d'éléments P + Q. Ainsi les deux manipulateurs sont-ils au repos, le pôle — de P est à la ligne; sont-ils tous les deux actionnés, le pôle + de P est à la ligne; l'un des manipulateurs *m* est-il au repos, l'autre *m'* étant actionné, le pôle + de P + Q est à la ligne, alors que, si *m'* est au repos et *m* est actionné, c'est le pôle — de P + Q qui est mis à la ligne. Ces courants positifs ou négatifs, faibles ou forts, traversent à l'arrivée deux relais polarisés qu'ils actionnent, soit l'un, soit l'autre, soit tous les deux ensemble. Les relais commandent deux récepteurs et la transmission diplex est ainsi assurée.

Principe du quadruplex. — Quel que soit le dispositif employé pour la transmission diplex, on peut combiner ce dispositif avec un système de transmission duplex assuré soit par la méthode différentielle, soit par la méthode du pont de Wheatstone. On réalise ainsi une transmission quadruplex. De même que la transmission duplex, la transmission quadruplex nécessite l'établissement d'une ligne factice plus ou moins coûteuse.

Principe des télégraphes multiples : Distributeur. — Le principe des télégraphes multiples dont nous allons maintenant étudier l'un des plus parfaits, le Baudot, réside dans l'emploi du distributeur qui fut imaginé par Rouvier en 1860.

Supposez qu'un certain nombre de secteurs conducteurs isolés les uns des autres, six par exemple, soient balayés par un organe mobile, un balai conducteur relié à la ligne L (*fig.* 13). Plaçons à chaque poste un dispositif de ce genre qu'on nomme *distributeur* et animons les balais de mouvements rigoureusement isochrones; nous avons par là le moyen de réunir entre eux à chaque tour du balai distributeur les six couples d'appareils reliés de part et d'autre aux six secteurs, chacun d'eux travaillant dans une complète indépendance.

Soient a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6 les six secteurs du poste A; n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6, ceux du poste N. En A trois manipulateurs sont reliés aux secteurs impairs a_1, a_3, a_5; trois récepteurs, aux secteurs pairs a_2, a_4, a_6. En N, au contraire, ce sont les secteurs pairs n_2, n_4, n_6 qui sont réunis à trois manipulateurs, et les secteurs impairs n_1, n_3, n_5, qui communiquent avec trois récepteurs. Les balais frottant au même instant sur deux secteurs affectés du même numéro d'ordre, les trois manipulateurs du poste A seront, une fois par tour, reliés aux trois récepteurs du poste N; il en sera de même pour les trois manipulateurs de N, qui seront réunis aux récepteurs de A chacun une fois par tour. Si les signaux qui émanent de chaque manipulateur sont émis au moment propice, on conçoit que, grâce au synchronisme des distributeurs, les six groupes d'appareils associés

puissent ainsi échanger des signaux. Bien que six télégrammes puissent ainsi être échangés simultanément entre A et N, il n'y a pas à vrai dire communications simultanées entre les divers appareils qui les échangent. Les deux distributeurs permettent simplement de rapprocher les communications successives entre les divers manipulateurs et récepteurs reliés par la même ligne. Ils suppléent à la lenteur de la transmission manipulée

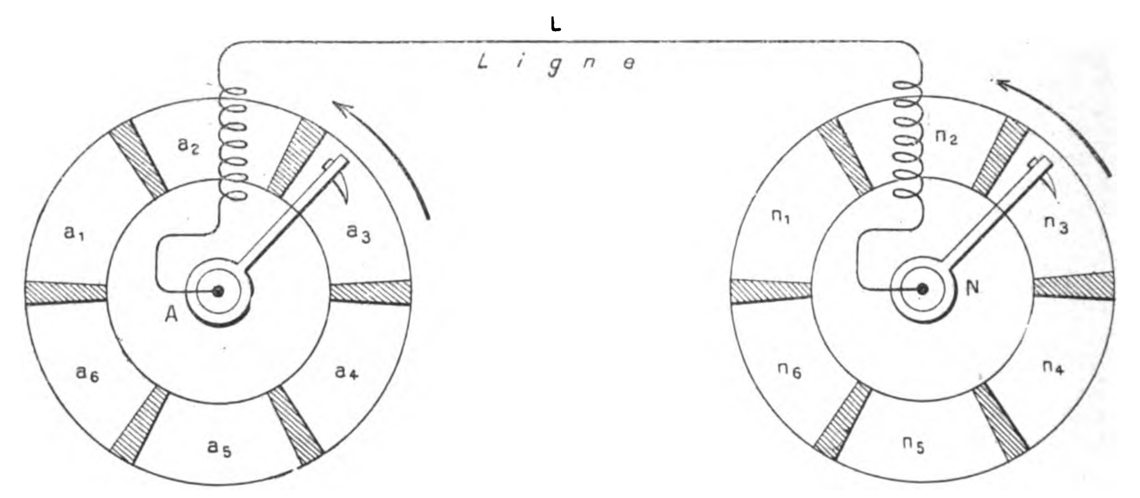


Fig. 13. — Principe des télégraphes multiples.
Distributeur : La ligne est successivement accordée aux couples d'appareils réunis aux secteurs de même numéro d'ordre Chaque couple se trouve ainsi réuni pendant le $\frac{1}{8}$ de la durée d'une révolution.

en utilisant le temps perdu entre deux signaux consécutifs pour utiliser la ligne en la distribuant à d'autres couples d'appareils.

On conçoit qu'on puisse, à l'aide de distributeurs, faire communiquer entre eux et avec A et N des postes échelonnés sur la ligne AN. Ainsi des distributeurs à

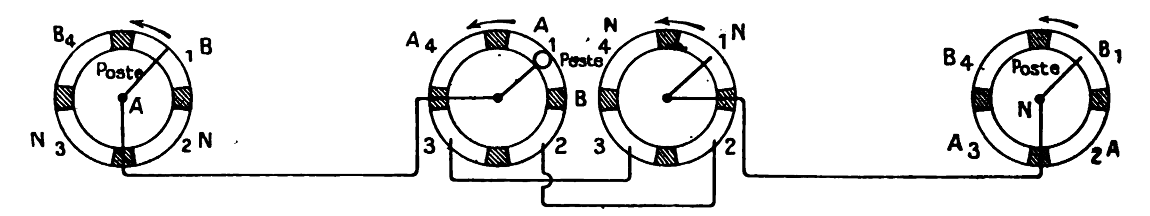


Fig. 14. — Schéma de communications, entre trois postes échelonnés A, B, N, sur une même ligne, obtenue à l'aide de distributeurs. La figure représente la position des balais permettant la communication de A vers B et de B vers N.

quatre secteurs permettent les relations deux à deux entre trois postes échelonnés A, B, N, ainsi que l'indique le schéma de la figure 14.

PRINCIPE DU BAUDOT. — Baudot s'est proposé de réaliser un télégraphe multiple qui fournisse la dépêche en caractères typographiés. Une discussion approfondie et détaillée des divers codes de signaux l'amena à choisir, pour produire l'impression de chacun des trente-deux caractères distribués sur le pourtour d'une roue des types, trente-deux combinaisons de cinq signaux successifs.

Si l'on se reporte à l'étude que nous avons faite de la propagation du courant sur une ligne télégraphique, on conçoit aisément qu'un signal aura d'autant plus de chance d'arriver sans perturbation que le dispositif de réception (électro, relais polarisés par exemple) sera tel qu'il demande pour fonctionner le minimum d'effort. Toutefois ce dispositif devra, malgré sa sensibilité, être rendu insensible à l'action des courants parasites traversant la ligne. Un moyen simple et très pratique est d'envoyer d'une manière constante dans le dispositif de réception un courant de sens contraire à celui qui est destiné au signal. Ce courant est dit *courant de repos,* par opposition au courant de travail qui est celui réservé à la production du signal.

La figure 15 donne le code de signaux employés avec usage d'un courant de repos dans le télégraphe Baudot. La réalisation de ces combinaisons de signaux se fait au moyen de cinq touches abaissées : trois, 1, 2 et 3, au moyen de l'index, du médium et de l'annulaire de la main droite; deux, 4 et 5, au moyen du médium et de l'index de la main gauche. La figure donne un Tableau des trente-deux lettres ou chiffres et de leur réalisation par la manipulation.

Ceci étant, voici comment le système réalise dans ses lignes essentielles la transmission de ces groupes de signaux tout en permettant la multiplicité des communications. Au départ un distributeur I (*fig.* 16) permet

TABLEAU DE MANIPULATION

	Main gauche		Série des lettres	Série des chiffres	Main droite			Combinaisons transmises (Sens des courants)				
DOIGTS	Médius	Index			Index	Médius	Annulaire					
TOUCHES	V	IV			I	II	III	1	2	3	4	6
			A	1	×			+	—	—	—	—
		×	B	8			×	—	—	+	+	—
		×	C	9	×		×	+	—	+	+	—
		×	D	0	×	×	×	+	+	+	+	—
			E	[illegible]		×		—	+	—	—	—
			É	&	×	×		+	+	—	—	—
		×	F	!		×	×	—	+	+	+	—
		×	G	7		×		—	+	—	+	—
		×	H	!	×	×		+	+	—	+	—
			I	?		×	×	—	+	+	—	—
		×	J	6	×			+	—	—	+	—
	×	×	K	(	×			+	—	—	+	+
	×	×	L	=	×	×		+	+	—	+	+
	×	×	M	)		×		—	+	—	+	+
	×	×	N	N°		×	×	—	+	+	+	+
			O	5	×	×	×	+	+	+	—	—
	×	×	P	%	×	×	×	+	+	+	+	+
	×	×	Q	/	×		×	+	—	+	+	+
	×	×	R	—			×	—	—	+	+	+
	×		S	,			×	—	—	+	—	+
	×		T	!	×		×	+	—	+	—	+
			U	4	×		×	+	—	+	—	—
	×		V	'	×	×	×	+	+	+	—	+
	×		W	?		×	×	—	+	+	—	+
	×		X	.		×		—	+	—	—	+
			Y	3			×	—	—	+	—	—
	×		Z	:	×	×		+	+	—	—	+
	×		t	.	×			+	—	—	—	+
	×	×	*	•				—	—	—	+	+
		×	Blanc des chiffres.					—	—	—	+	—
	×		Blanc des lettres.					—	—	—	—	+

Le signe × indique les touches qu'il faut abaisser.

Fig. 15. — Code de signaux Baudot.

Combinaisons des cinq courants transmis correspondant à chacune des trente-deux lettres ou chiffres. Les émissions de courants négatifs correspondent au courant de repos.

de mettre successivement un grand nombre de secteurs ou plots en relation avec la ligne; à l'arrivée un second distributeur synchrone II identique assure au même instant la relation avec la ligne des plots de même numéro d'ordre. La transmission d'une lettre est obtenue au départ par l'abaissement d'un certain nombre de touches, par exemple des touches L_2 et L_3 correspondant à la lettre J. Chacun des cinq leviers transmetteurs se trouve relié aux cinq plots 1, 2, 3, 4 et 5 du distributeur I. Dans leur position de repos, les leviers envoient sur la ligne le courant négatif d'une pile P lorsque le balai du distributeur passe sur les plots réunis aux leviers. A l'arrivée, les cinq plots 1', 2', 3', 4' et 5' du distributeur II sont réunis aux organes récepteurs qui sont cinq électro-aimants polarisés dont les palettes demeurent sur le butoir de repos tant qu'un courant négatif vient de la ligne dans les électros et se porte au contraire sur le butoir opposé ou de travail lorsqu'une émission positive est apportée par la ligne dans les électros.

Ainsi donc une combinaison des leviers manipulateurs étant réalisée au départ, le distributeur I en cueille les émissions au passage des plots 1 à 5 et, par la ligne et les plots 1' à 5', la transporte aux organes récepteurs qui se trouvent dès lors, après le passage du balai du distributeur II sur le dernier plot 5', présenter à l'arrivée la combinaison réalisée au départ. Voici comment cette combinaison transportée ainsi au poste d'arrivée va être traduite en l'impression d'une lettre déterminée, dans le cas représenté de la lettre J.

A l'arrivée cinq leviers l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, dits *chercheurs*, mobiles entre butoirs de repos et de travail, sont liés entre eux et avec les butoirs des organes récepteurs comme le représente la figure, et de telle manière que le courant d'une pile locale P ne peut traverser l'électro d'impression E et projeter le papier contre la roue des types qu'autant que la combinaison des leviers chercheurs répète exactement la combinaison des leviers récepteurs. Or, la roue des types, à mesure qu'elle effectue son tour, fait déplacer alternativement chaque levier chercheur d'un de ses butoirs sur l'autre, de telle manière que ces cinq leviers chercheurs présentent successivement la série des trente-deux combinaisons correspondant aux trente-deux lettres. A chaque combinaison produite, d'ailleurs, la lettre correspondante de la roue des types passe sous la verticale. C'est donc lorsque la combinaison correspondant à la lettre J (l_2 et l_3 sur butoir de travail) sera réalisée par les leviers chercheurs que cette ligne J se trouvera en face du papier bande. Étant donnée la combinaison présentée par les leviers récepteurs (a_2 et a_3 sur butoir de travail), c'est pour cette seule combinaison des leviers chercheurs que la pile P peut, actionnant l'électro E, projeter la bande contre la roue des types. L'impression se produira donc au moment même où J sera sous la verticale.

Comme on n'utilise que cinq des secteurs ou plots de chaque distributeur, on voit qu'il sera aisé de multiplier le nombre de dispositifs identiques à celui que nous venons de décrire. Il suffit d'affecter les plots 6, 7, 8, 9 et 10, ainsi que 6', 7', 8', 9' et 10', à desservir les combinaisons d'une deuxième série de cinq leviers transmetteurs de cinq leviers récepteurs et de cinq leviers chercheurs correspondant à une deuxième roue des types. On conçoit qu'on puisse étager ainsi autour de chaque distributeur un certain nombre de groupes de cinq leviers transmetteurs de cinq leviers récepteurs et de cinq leviers chercheurs.

Remarquons d'ailleurs que le signal à transmettre peut être préparé à l'avance. A chaque manipulateur

Distributeur I
Fil de Ligne
Distributeur II
Fil de Ligne
Encreur
Roue des types
Papier
R
E
A
P
Leviers transmetteurs
Chercheurs
Organes récepteurs
Terre
E. Moriev Sc

Fig. 16. — Principe du télégraphe Baudot. La combinaison des cinq leviers transmetteurs est transmise par le distributeur II et copiée par les électros récepteurs. Lorsque la combinaison des cinq leviers chercheurs devient identique à la combinaison des cinq leviers récepteurs — ce qui correspond au passage de la lettre combinée sous la verticale — la pile P actionne l'électro imprimeur E.

qui n'est que la réunion de cinq leviers transmetteurs, on a pour effectuer cette préparation tout le temps que met le balai du distributeur pour passer du plot 6 au plot 1, c'est-à-dire, dans le cas de la figure, plus des $\frac{4}{5}$ de la durée d'une révolution du distributeur. De même, à l'arrivée, les cinq électros récepteurs peuvent garder pendant le même temps la combinaison qu'ils ont reçue et qui copie celle des leviers transmetteurs; aussi leur donne-t-on le nom d'*organes d'attente*. Pendant ce temps, les leviers chercheurs peuvent développer leurs trente-deux combinaisons successives, dans la série desquelles la pile saisit celle qui calque la combinaison des organes d'attente pour actionner l'électro d'impression. Il faut évidemment qu'au moment où les distributeurs reviennent simultanément balayer les plots 1 et 1' tous les leviers récepteurs et chercheurs soient revenus sur leurs butoirs de repos. Ceci se produit d'ailleurs par l'envoi d'un courant convenable envoyé par le plot 28, qui prépare ainsi la réception.

Troisième solution : Multicommunicateurs. — Les multicommunicateurs permettent la communication réellement simultanée de plusieurs appareils par un même fil. Deux solutions ont été proposées au problème de la multicommunication télégraphique : l'un emprunte l'usage de courants vibrés, l'autre les ondes hertziennes.

I. MULTICOMMUNICATEURS A COURANTS VIBRÉS : *Principe*. — Le principe de ces appareils repose sur une remarquable expérience signalée à l'Académie des Sciences en 1860 par l'abbé Laborde.

Système de l'abbé Laborde. — Une lame métallique faisant 40 à 50 vibrations à la seconde porte une pointe métallique plongeant dans le mercure. Ce vibrateur électrique commande les émissions et interruptions d'un courant dans un électro-aimant en face des pôles duquel est disposée une tige vibrante. Quand cette tige est accordée sur la lame métallique formant vibrateur, elle vibre; si l'accord n'est pas réalisé, aucune vibration ne se produit. Ce fait contient, ainsi que le signale l'abbé Laborde, tout l'intérêt et toute la nouveauté de l'expérience. C'est ce fait qui est utilisé dans les dispositifs de M. Mercadier, comme dans ceux de M. Paul Lacour qui, le premier, utilisa en télégraphie le phénomène découvert par l'abbé Laborde.

L'abbé Laborde s'assura de la constance du phénomène qu'il avait découvert en fixant sur un même support six lames interruptrices donnant les notes *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, et en accordant sur elles six tiges de fer doux fixées également sur un même support et présentées aux pôles d'un électro-aimant courbé en fer à cheval. Si l'on fait vibrer successivement les lames interruptrices, on entend vibrer successivement les tiges de fer doux, chacune d'elles répondant exactement à la lame avec laquelle elle s'accorde. On peut entremêler les notes de mille manières comme dans un morceau de musique sans que les tiges de fer doux correspondantes fassent jamais défaut.

« On pourrait évidemment, ajoute l'abbé Laborde, fonder sur cette expérience *un nouveau système de télégraphie*, puisque chaque lame du transmetteur choisit au récepteur la lame correspondante et la fait vibrer de préférence à toutes les autres. »

On peut, en effet, considérer l'expérience de l'abbé Laborde comme réalisant le premier multiplex à courants vibrés; c'est un sextuplex que constitue l'expérience imaginée et réalisée pour la première fois par l'abbé Laborde. Comme nous le verrons, M. Mercadier a repris l'expérience de 1860 et, l'appliquant aux procédés actuels de télégraphie, il l'a répétée en utilisant toutes les facilités que les progrès de la technique ont créées depuis 50 ans. Il est ainsi arrivé à baser sur le principe expérimental découvert par l'abbé Laborde un dispositif télégraphique qui semble des plus pratiques et des plus rapides.

Multicommunicateur de Paul Lacour. — En 1878, Paul Lacour, qui avait repris l'étude de la transmission simultanée de plusieurs courants vibrés dont la période de chacun était réglée par des diapasons entretenus électriquement, utilisa les courants vibrés à l'entretien d'un dispositif particulier dit *roue phonique* qui lui permettait la réalisation d'un parfait synchronisme entre les mouvements de deux appareils éloignés.

« On conçoit, dit-il, en parlant des courants vibrés, que cet arrangement pourra servir de base à plusieurs genres de télégraphies, surtout *aux systèmes télégraphiques imprimeurs et à transmission multiple*. » Il prévoit donc ainsi l'utilisation que vient de réaliser M. Mercadier en mettant en œuvre avec beaucoup de persévérance des procédés vieux de près de 50 ans.

Dispositifs de M. Mercadier. — Voici quelles sont les particularités des dispositifs de M. Mercadier, qui, en principe, ne diffèrent pas de ceux réalisés en 1850 par l'abbé Laborde et se trouvent aujourd'hui réalisés au moyen d'appareils faciles à régler et offrant toutes les garanties de sûr et continu fonctionnement qu'on doit exiger d'un appareil télégraphique pour qu'il soit pratique.

Producteur de courants vibrés : électro-diapason. — Pour produire les courants vibrés, M. Mercadier emploie un électro-diapason que la figure 17 représente. Le diapason, solidement fixé en A, contient entre ses branches un électro-aimant E. Chaque branche du diapason porte un petit style fait d'un fil d'acier de $0^{mm},45$ de diamètre qui, lors de l'élongation maxima des branches vibrantes, vient toucher des plaques de platine A dont le réglage est assuré au moyen de vis V à contre-écrou C et de ressorts de rappel. Les connexions avec les pôles P +, P — d'une pile étant celles de la figure, on voit que le mouvement vibratoire du diapason sera entretenu par l'attraction de l'électro E sur les branches d'acier du diapason, attraction qui, par le jeu même des styles, se trouve produite au moment convenable. Le courant vibré, réglé par le mouvement du diapason et qui présente sa période, se trouve parcourir une dérivation formée par le primaire d'un transformateur dont les extrémités viennent prendre contact en TT.

Récepteur des courants vibrés : monotéléphone. — Comme récepteur sélectif de courants vibrés d'une période déterminée, M. Mercadier utilise, au lieu des lames vibrantes de l'abbé Laborde, des plaques vi-

brantes circulaires soutenues en des points qui appartiennent à des sections nodales de la plaque en état de vibration. Ces plaques, ayant leur centre disposé au-

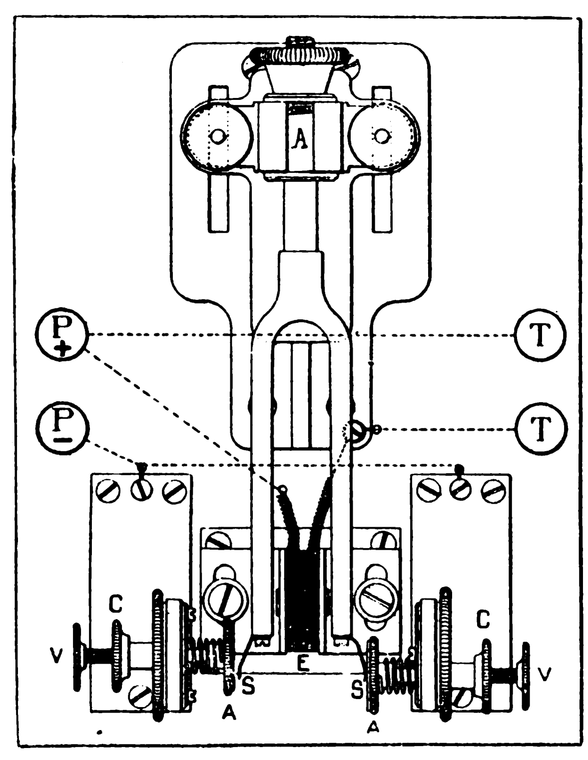


Fig. 17. — Électro-diapason de Mercadier pour produire des courants vibrés.

dessus et à peu de distance d'un électro-aimant, entrent en vibration lorsque l'électro-aimant se trouve parcouru par des courants vibrés de période identique à la leur.

Appareil multiplex à courants vibrés. — La figure 18 donne les détails d'un dispositif de production et de réception de courants vibrés. On a représenté le cas de trois transmetteurs et trois récepteurs utilisant des périodes correspondantes aux notes sol_3, la_3, si_3.

Chaque électro-diapason E envoie un courant vibré de période déterminée par la note qu'il émet dans le primaire 1 de transformateurs T. Les secondaires 2 de tous ces transformateurs sont branchés en dérivation sur un circuit C*t*. Les électro-diapasons vibrant tous d'une manière continue, l'émission de courants vibrés de chaque tonalité se fait par la fermeture de manipulateurs m_n, m_n, m_n qui ferment les circuits 2 des transformateurs sur le circuit de transmission C*t*. Ce circuit comprend le primaire à gros fil d'un transformateur B*le* à deux secondaires à fils longs et fins et à circuit magnétique fermé. L'un des secondaires est en série avec les deux fils de lignes 1 et 2 et avec le secondaire *fl* d'un transformateur à trois enroulements dit *transformateur différentiel* T*d*. Le second fil secondaire fait partie d'un circuit dit d'*exitnction* C*e* qui comprend le deuxième secondaire *fe* du transformateur T*d*. Des condensateurs à capacités réglables K*e*, L*e* permettent de régler la phase des courants vibrés induits circulant dans les secondaires des transformateurs. Le transformateur différentiel T*d* a son enroulement primaire *fr* en relation avec la série des monotéléphones sélectifs étagés dans le circuit de réception C*r*.

Tout courant vibré parcourant le primaire de B*le* induit dans les deux secondaires identiques des courants induits identiques dont l'un parcourt la ligne ainsi que l'enroulement *fl*, l'autre l'enroulement *fe*. On règle les capacités intercalées sur le circuit de *fe* de manière que le courant induit parcourant *fe* présente un décalage d'une demi-période sur le courant induit qui parcourt *fl*. De cette manière, les effets d'induction de *fl* et de *fe* sur *fr* s'annulent complètement et le circuit récepteur ne se trouve nullement parcouru par les courants vibrés émis en C*t*. Par contre, si la ligne reçoit du poste en correspondance des courants vibrés, ces courants traversant l'enroulement *fl* déterminent des courants induits en *fr*, lesquels sont susceptibles, pourvu que leur tonalité soit de période convenable, de faire vibrer les monotéléphones de mêmes périodes étagés dans le circuit C*r*.

Pour régler les capacités K*e*, L*e* et K*l* qui doivent être telles que les deux courants induits en *fl* et *fe* se trouvent exactement décalés l'un par rapport à l'autre d'une demi-période, on effectue une transmission continue de courants vibrés telle que celle correspondant à l'électro-diapason, *sol* par exemple. Il est à remarquer que le réglage effectué pour le courant vibré *sol* est le même pour tout autre courant vibré compris dans l'intervalle employé qui va du *sol* au *fa*♯.

Grâce à l'extinction produite dans un dispositif récepteur bien réglé pour les courants émis par le transmetteur du même poste, on voit qu'il est possible d'effectuer entre deux postes autant de réceptions et transmissions simultanées qu'il y a de transmetteurs et récepteurs différents installés.

Relais monotéléphonique. — Jusqu'à ces derniers temps, les dispositifs à courants vibrés établis par M. Mercadier n'avaient permis que l'échange des signaux longs et brefs du code Morse reçus au téléphone, mais ne semblaient pas susceptibles de permettre l'usage des divers appareils télégraphiques rapides. Grâce à la construction d'un relais monotéléphonique, M. Mercadier est parvenu à pouvoir résoudre d'une manière plus générale le problème de la multicommunication.

Le relais est constitué par une plaque monotéléphonique circulaire suspendue en trois points de la circonférence de la première ligne nodale au moyen de tiges telles que 5 (*fig.* 19). Au centre de la plaque vibrante on a soudé une petite rondelle d'argent vierge sur laquelle vient prendre contact l'extrémité en argent, vierge également, d'un levier 8 très bien suspendu et équilibré en 11. Le contrepoids 11 est réglé de manière que la période du levier soit plus grande que celle de la plaque 4 et que la pression supportée par cette plaque n'altère en rien sa monophonie. Chaque membrane de relais étant exactement accordée avec un électro-diapa-

son E, lorsque la bobine 3 est traversée par le courant vibré capable de faire vibrer la plaque, le levier 8 ne pouvant suivre la plaque, le contact entre les deux pièces devient imparfait. Pour assurer le contact lorsque

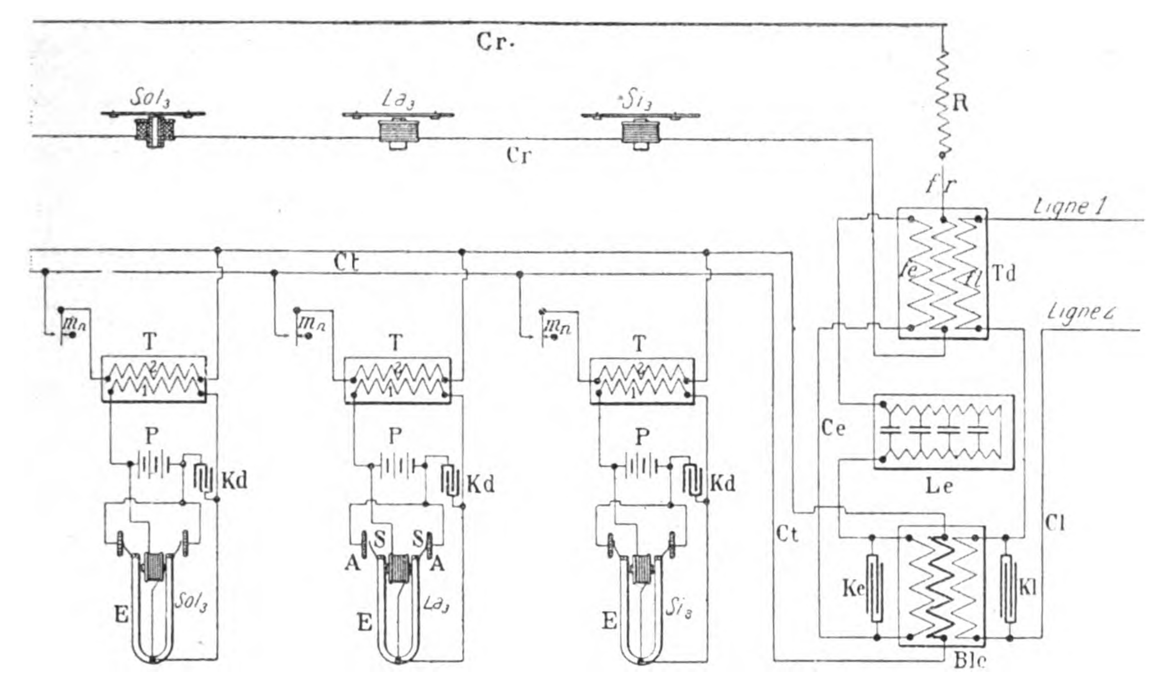


Fig. 18. — Schéma d'un appareil multiplex à courants vibrés.

la plaque est silencieuse, un léger ressort 26, réglé par une vis micrométrique 24, exerce, par l'intermédiaire d'une rondelle de feutre 23, une pression excessivement légère sur le levier 8.

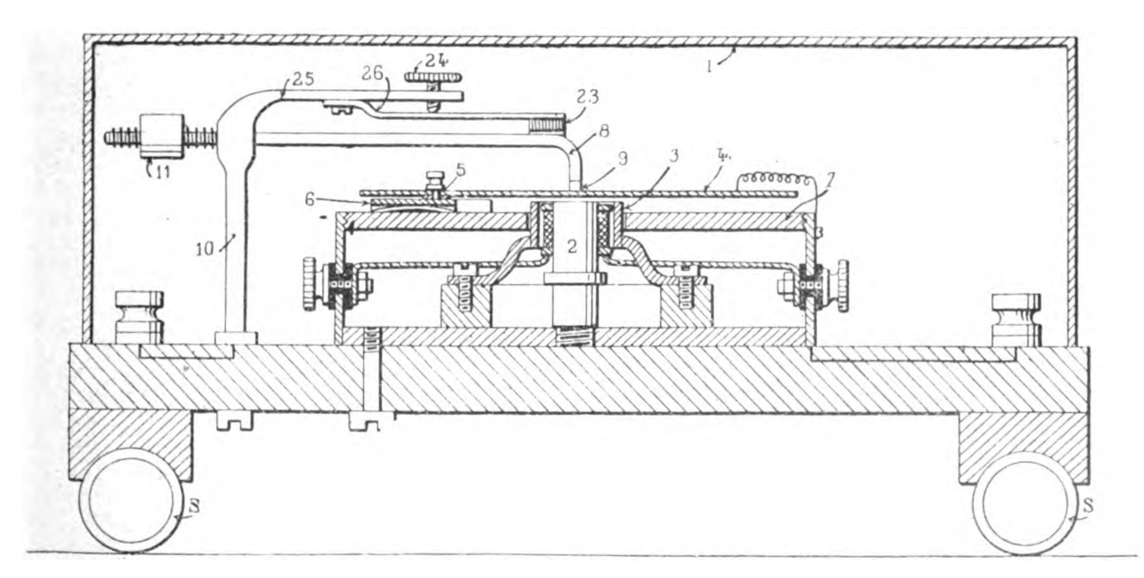


Fig. 19. — Relais monotéléphonique de M. Mercadier.

L'interruption du contact entre le levier 8 et la parcelle d'argent 9 sert à actionner l'appareil disposé sur le relais à la manière dont l'indique la figure 20, qui représente deux relais monotéléphoniques disposés en

dérivation sur un circuit de réception de courants vibrés C*r*. Entre la plaque 4 et le levier 8 est disposé le

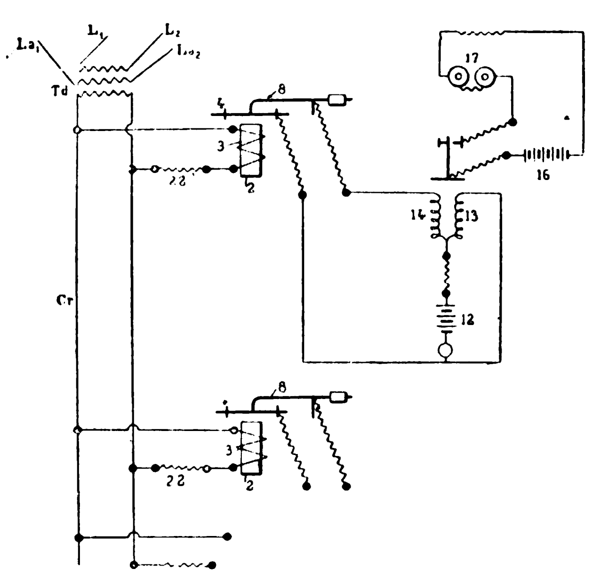


Fig. 20. — Schéma de deux relais monotéléphoniques disposés en déviation sur un circuit de réception de courants vibrés C*r*.

circuit d'un relais Baudot dont les enroulements d'électro 13 et 14 sont connectés par rapport à la source 12 à la manière dont le représente la figure. Lors donc que le relais monotéléphonique est silencieux, le courant de la pile se partageant également entre les deux enroulements du relais Baudot, la palette dudit relais reste sur le butoir de repos. Dès que le relais monotéléphonique fonctionne, l'interruption produite entre 4 et 8 a pour effet de faire attirer la palette du relais Baudot par l'enroulement 13; la palette se porte sur le butoir de travail et y demeure tant que le relais monotéléphonique vibre. Alors un circuit local 16, 17 se ferme à travers l'électro-aimant de l'appareil télégraphique desservi par les courants vibrés.

La figure 21 montre schématiquement comment l'entretien d'un appareil Hughes peut être assuré à la transmission comme à la réception par courants vibrés. La manœuvre d'une touche actionnant, par l'intermédiaire d'un goujon, le levier manipulateur a pour effet de fermer la ligne $L_1 L_2$ sur le secondaire *s* du transformateur F, dans le primaire *p* duquel circulent d'une manière continue les courants vibrés engendrés par l'électro-diapason E.

A l'arrivée, ces courants vibrés traversent la bobine du relais monotéléphonique R accordé sur l'électro-diapason E. Le contact argent vierge de ce relais devient imparfait par suite de la mise en vibration de la plaque, et, dès lors, la palette 15 du relais Baudot 13 est attirée sur le butoir de travail et la pile 16 se trouve fermée à travers l'électro-aimant du récepteur Hughes 17.

C'est à l'aide de dispositifs ainsi combinés que M. Mercadier a fait fonctionner récemment entre Paris et Le

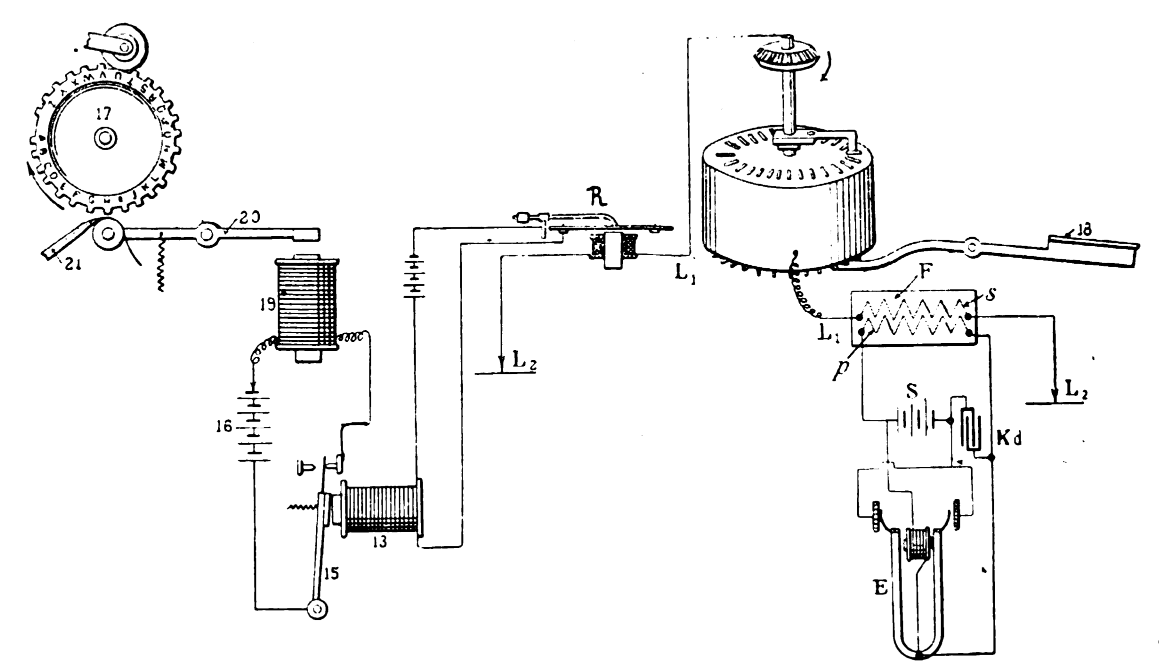


Fig. 21. — Entretien d'un appareil Hughes par courants vibrés.

Havre cinq appareils Hughes travaillant simultanément à chaque extrémité.

En utilisant concurremment aux courants vibrés du courant continu, on peut mettre en action, indépendam-

ment de six appareils Hughes, un Baudot sextuple et accroître par suite, dans des proportions énormes, le rendement d'une ligne.

II. MULTICOMMUNICATEURS A ONDES ÉLECTRIQUES. — Nous avons indiqué à la fin de 1898 un certain nombre de principes expérimentaux à partir desquels il paraît possible de solutionner le problème de la multicommunication de la manière la plus générale. Ce problème doit être ainsi posé :

Un fil conducteur unique relie deux postes extrêmes A *et* N *et passe par une série d'autres postes intermédiaires* B, C, D, ..., L. *Trouver un dispositif qui permette l'échange de communications télégraphiques simultanées* (communications pouvant être assurées au moyen d'appareils télégraphiques divers : Morse, Hugues, etc.) *entre* A *et* B, A *et* C..., A *et* N *et aussi entre* B *et* C, B *et* D, ..., B *et* N, *et ainsi de suite jusqu'à la communication entre* L *et* N; *en un mot entre tous les groupes que l'on peut former en combinant deux à deux, de toutes les manières possibles, les postes que relie le fil unique.*

L'exposé de nos expériences qui utilisent les ondes électriques sont du cadre de cette étude. Nous nous bornerons à en indiquer brièvement l'économie par une comparaison empruntée au domaine de l'acoustique. Qu'on suppose un tube acoustique reliant les divers postes A, B, ..., N et muni à l'arrivée et au départ de plusieurs embouchures. Les embouchures, au départ, concentrent les mouvements sonores qu'émettent différents tuyaux sonores que, pour plus de simplicité, nous supposerons au nombre de deux seulement, l'un donnant le *la*, l'autre le *sol*. A l'arrivée, en face des embouchures, se trouvent des résonateurs acoutisques de Helmholtz, l'un capable de renforcer le *la* et sourd au *sol*, l'autre capable de renforcer le *sol* et sourd au *la*. Les transmissions faites au départ sur le *sol* et sur le *la* ont cheminé de concert : à l'arrivée, le partage se fait grâce à la présence des résonateurs acoustiques.

Il se passe un phénomène analogue dans le dispositif à ondes électriques que nous avons préconisé. Un cortège d'oscillations électriques de périodes différentes se propage sur la ligne de A en N. Le triage de ces oscillations électriques se fait à chaque résonateur électrique qui garde et renforce celles de ces oscillations correspondant à sa période et laisse cheminer toutes les autres; ces dernières, à leur tour, sont reçues chacune par le résonateur qui lui est propre.

Ce rapprochement d'expériences empruntées à deux domaines différents de la Physique n'a d'autre but que de faciliter l'exposé des faits sans rien inférer en ce qui concerne l'explication des phénomènes électriques qui se produisent.

Les dispositifs auxquels je fais allusion ont été expérimentés sur une ligne de 170^{m} avec trois postes échelonnés. Ces expériences ont parfaitement mis en évidence les principes expérimentaux sur lesquels elles s'appuient et montré la possibilité du triage des oscillations. Le jour où l'engouement pour l'unique emploi des ondes électriques en télégraphie sans fil cessera, et où l'on se bornera à utiliser sans fil ces ondes, non à des communications intermondiales forcément précaires, mais aux seuls cas particuliers auxquels elles s'appliquent avec utilité, ce jour-là on songera à l'application des ondes électriques à la télégraphie avec conducteur. Nous sommes persuadé que les télégraphistes pourront alors, en partant des principes que nous avons découverts et établis par l'expérience, grâce au triage possible des ondes électriques de périodes différentes, appliquer ces principes à la solution totale et complète du problème de la multicommunication télégraphique et peut-être même de la multicommunication téléphonique.

A. TURPAIN,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences
de l'Université de Poitiers.

(*A suivre*.)

DIVERS.

Sur une application nouvelle de la superposition, sans confusion, des petites oscillations électriques dans un même circuit, par E. MERCADIER (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXLVII, 10 août 1908). — Dans cette Communication l'auteur rappelle le principe de son système de multicommunication et fait connaître les résultats d'essais récemment effectués entre Paris et Marseille.

Le système de multicommunication Mercadier est décrit en détail dans l'article précédent (p. 193 et suiv.); on verra que l'organe le plus récent du système est un relais permettant d'actionner un récepteur télégraphique quelconque par le jeu des vibrations de la membrane d'un monotéléphone et de transformer la réception au son en inscriptions Morse ou caractères imprimés.

Entre Paris et Marseille (900^{km}), sur un circuit en fil de bronze dont la résistance est d'environ 1 ohm par kilomètre, on a pu échanger des dépêches, dans les deux sens, à l'aide de six appareils Hughes indépendants, animés par six électrodiapasons. *En même temps*, deux autres appareils Hughes ou deux appareils Baudot quadruples, disposés dans le même circuit, échangeaient des dépêches en employant le courant *continu* d'une pile.

Ce système dépense très peu d'énergie et permet l'utilisation simultanée dans les deux sens de transmetteurs dont le nombre dans chaque poste n'est nullement limité à sept.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

EXPOSITION DE LONDRES.

Depuis longtemps Londres n'avait eu que des expositions partielles situées généralement à Earl's Court, où se tient actuellement l'Exposition hongroise. Une grandiose exposition était réclamée par le public, et cependant on hésitait à organiser une exposition internationale qui, pour surpasser les précédentes, eût demandé un espace trop considérable, des dépenses énormes et un temps fort long pour sa préparation. On ne pouvait d'ailleurs songer à faire une exposition semi-internationale à laquelle n'auraient pris part qu'un petit nombre de pays, la sélection de ces pays pouvant entraîner des difficultés diplomatiques.

L'entente cordiale vint trancher la question. Quelques hautes personnalités anglaises pensèrent qu'une exposition franco-britannique, en permettant aux deux pays de montrer leurs ressources, ne pouvait que resserrer les liens commerciaux qui les attachaient déjà. L'idée ayant été agréée en France, l'exposition fut décidée en principe; mais, pour éviter toute difficulté diplomatique, les Gouvernements anglais et français crurent devoir ne pas participer officiellement à cette exposition. Une société anonyme, la Franco-British Exhibition Incorporated Company, fut dès lors fondée pour organiser et exploiter l'exposition projetée.

Constituée suivant la loi anglaise, cette Société n'a qu'un capital purement nominal de 25fr par personne; mais les personnes qui la composent sont responsables du déficit auquel pourrait donner lieu la liquidation des comptes. Il ne semble pas d'ailleurs qu'on aura besoin de faire appel au fonds de garantie de la Société, car il est fort probable que les recettes provenant de la location des emplacements, des entrées, des droits perçus sur les objets vendus dans l'Exposition, couvriront largement les 25 millions environ de dépenses qui ont été faites.

L'Exposition franco-britannique a été officiellement ouverte le 14 mai; elle durera jusqu'au 31 octobre. Au moment où paraîtront ces lignes le jury des récompenses commencera ses travaux.

Bien qu'un très grand nombre d'exposants aient pris part à cette manifestation matérielle de l'entente cordiale, nous n'y avons cependant rencontré aucune nouveauté sensationnelle dans le domaine de l'Électricité. Quelques machines et appareils méritent toutefois une description; nous en reparlerons dans des articles spéciaux et nous nous bornerons à donner ici une vue d'ensemble de l'Exposition.

L'emplacement de l'Exposition franco-britannique a été très judicieusement choisi. Il fallait un vaste terrain (l'Exposition n'occupe pas moins de 60ha), pas trop loin du centre de Londres, et surtout bien desservi

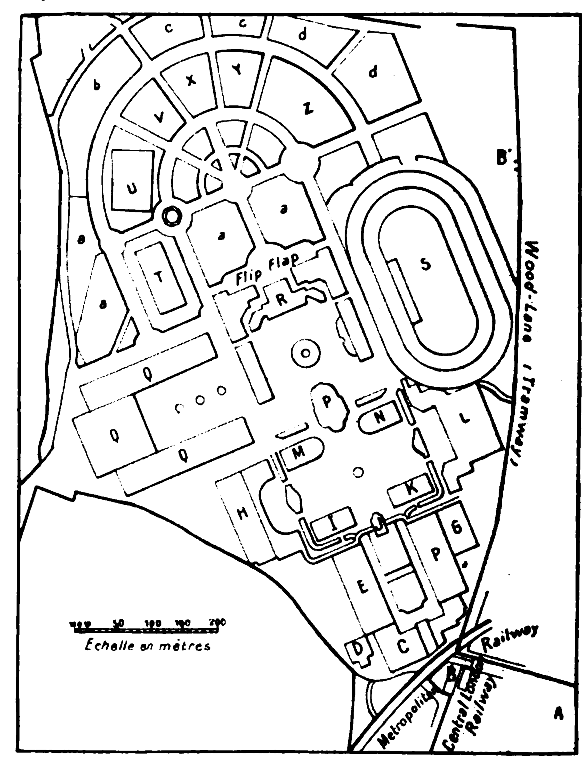


Fig. 1. — Plan de l'Exposition.

A, Dépôts des Compagnies de chemins de fer; B, Entrée de Wood Lane; B', Autre entrée; C, Sciences et Industries diverses (Grande-Bretagne); D, Administration; E, Industries du vêtement (France); F, Industries textiles et chimiques (Grande-Bretagne); G, Éducation (Grande-Bretagne); H, Arts décoratifs; I, Arts appliqués (France); J, Palais des Congrès; K, Arts musicaux; L, Beaux-Arts; M, Arts appliqués (Grande-Bretagne); N, Œuvre féminine (Grande-Bretagne); P, Pavillon impérial; Q, Palais des Machines; R, Grand restaurant; S, Arènes (Stadium); T, Canada; U, Australie; V, Ceylan; X, Indes; Y, Villages indiens; Z, Colonies françaises.

a, Attractions; *b*, Villages irlandais; *c*, Horticulture; *d*, Agriculture.

par les transports en commun. La région ouest de la commune londonienne, Shepherd's Bush, remplissait cette dernière condition. Dans cette région aboutissent, en effet, le Central London Railway et le Western and Metropolitan Railway, lequel, par ses correspondances avec les différentes lignes métropolitaines, rend faciles et rapides les communications

avec les quartiers les plus éloignés; quelques tramways, des omnibus et des autobus complètent ces moyens de transports. D'autre part, un syndicat financier avait acheté dans cette région un terrain très étendu, précisément en vue d'une future exposition, de sorte que la Franco-British Exhibition Company n'eut qu'à passer un bail de location de 2 ans avec ce syndicat pour avoir l'emplacement qui lui était nécessaire.

Un seul inconvénient pouvait être reproché à l'emplacement choisi : en quittant le Central London Railway à son terminus dans Uxbridge Road ou le Western and Metropolitan Railway à la station qui se trouve dans cette même rue, le visiteur a encore 800^{m} environ à parcourir pour se rendre à la partie centrale de l'Exposition. On y remédia de deux façons : d'une part, le Western and Metropolitan Railway et le Central London Railway érigèrent une nouvelle station à l'entrée même de l'Exposition, dans Wood Lane (en B sur le plan de la figure 1); d'autre part, on fit une autre entrée dans Uxbridge Road et on la relia par une galerie (établie sur la partie A du plan) à l'entrée précédente. Cette galerie passe au-dessus de nombreuses voies ferrées desservant des dépôts de trois Compagnies de chemins de fer; comme ces voies ont des directions très différentes, il a été impossible de disposer en ligne droite les piliers supportant la galerie, de sorte que celle-ci est formée de tronçons en zigzag dont on a atténué autant que possible l'effet disgracieux en faisant de chaque tronçon une salle d'exposition.

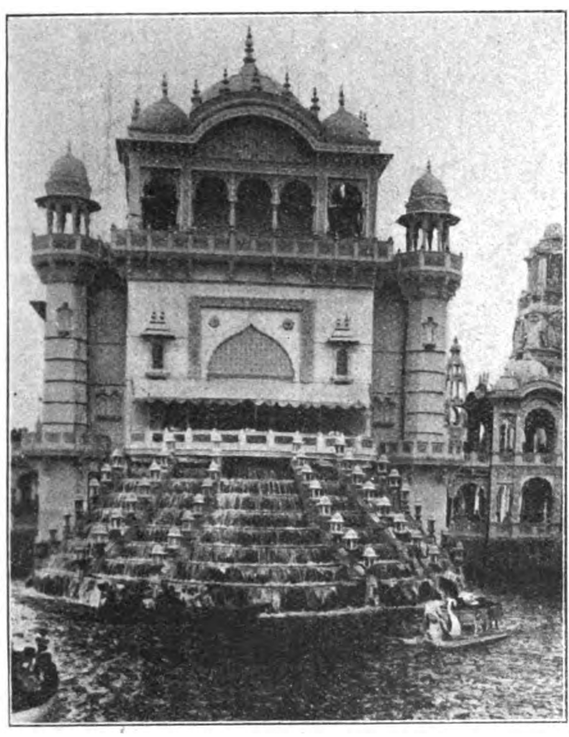


Fig. 2. — Fontaines lumineuses.

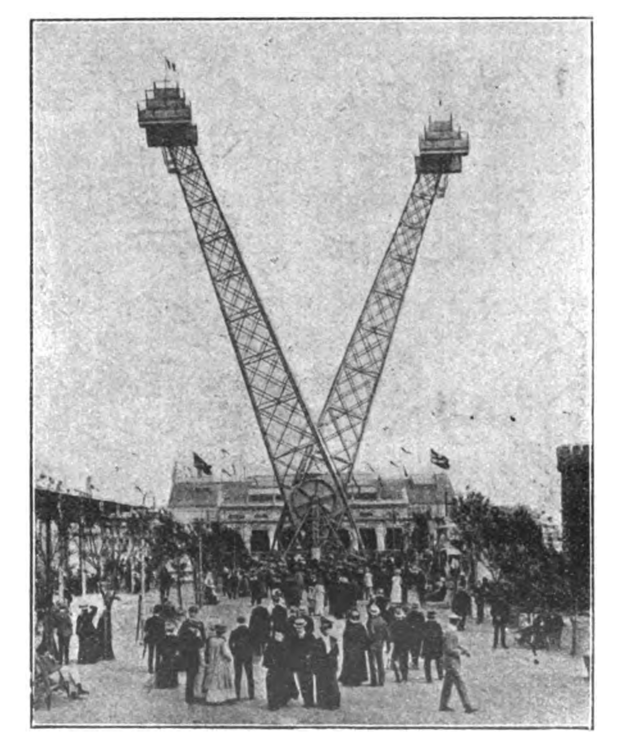


Fig. 3. — Flip-Flap.

Dans cette galerie on trouve successivement les Arts libéraux, l'Économie sociale, l'Alimentation et l'Agriculture de la Grande-Bretagne, puis l'Éducation, l'Agriculture, l'Alimentation et les Arts libéraux de la France.

Passant la porte de Wood Lane B, le visiteur arrive dans de grandes galeries entourant la Cour d'honneur; à gauche, se trouvent les Sciences britanniques et les Industries françaises du Vêtement; à droite, les Industries textiles et chimiques et l'Éducation de la Grande-Bretagne.

Les façades de ces galeries sur la Cour d'honneur sont décorées suivant le style indien; suivant l'axe de la Cour est érigée une fontaine lumineuse, que représente la figure 2. L'eau est refoulée par deux pompes électriques Rees-Roturbo, de Thomas Parkers de Wolverhampton; l'une d'elles est disposée dans un bâtiment annexe situé près de la cascade; l'autre sous la cascade elle-même. Chacune est commandée par un moteur de 30 chevaux, tournant avec une vitesse angulaire de 500 t : m et alimenté en courant continu à 500 volts; ensemble elles peuvent élever, en une journée de 10 heures, 16000$^{m^3}$ d'eau à la hauteur de 8^{m}. L'eau retombe sur des escaliers à marches en verre, au-dessous desquels sont disposées des lampes électriques permettant des jeux de lumière très variés.

Le bassin de réception se continue par des canaux qui se rejoignent à l'extrémité de la Cour des Arts autour d'une île qui devait servir de base à une tour

monumentale, tour qui n'a pas été construite, les sondages ayant montré que le terrain n'était pas assez résistant pour soutenir l'édifice projeté. Dans ces canaux flottent de légères embarcations électriques qui permettent aux visiteurs d'admirer sans fatigue les façades des Palais des Arts appliqués, des Palais des Beaux-Arts, du Palais des Œuvres féminines et du Palais des Congrès qui encadrent la Cour des Arts.

Au delà du Palais des Congrès se trouve un vaste jardin central, à gauche duquel s'élèvent les Arènes ou Stadium et à droite le Palais des Machines (*fig.* 4). Le Stadium est un vaste vélodrome avec pelouses et grand bassin à l'intérieur de la piste cyclable; il a servi aux Jeux olympiques et est utilisé presque chaque jour pour des concours sportifs. Le Palais des Machines est précédé de deux élégants pavillons dont l'un est occupé par l'exposition de la Ville de Paris. La partie sud de ce Palais est affectée à la France; on y rencontre les expositions des ministères, celles de quelques grosses maisons de métallurgie avec nombre de canons, plaques de blindage et projectiles, mais aucune machine de grande puissance. Dans la partie nord les Anglais ont,

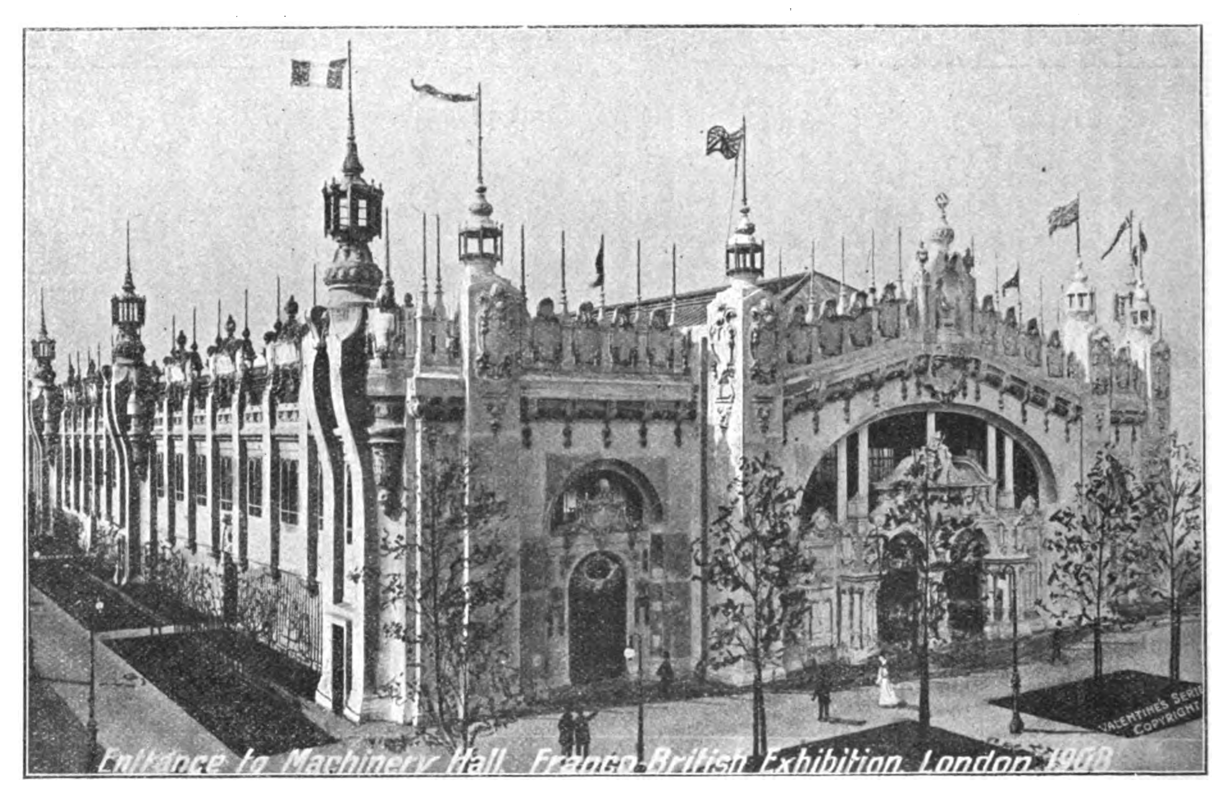


Fig. 4. — Palais des Machines.

au contraire, accumulé d'énormes machines-outils; on y trouve également l'exposition des Houillères de la Grande-Bretagne, ainsi qu'une intéressante exposition des Compagnies de distribution de l'électricité de Londres et de sa banlieue.

Le reste du terrain de l'Exposition est occupé par les restaurants, les attractions, les expositions coloniales et les expositions horticoles et agricoles.

La description des diverses attractions n'aurait certes aucun intérêt pour les lecteurs de ce journal. Faisons cependant exception pour l'une d'elles, le Flip-Flap, à cause de sa vogue et aussi de l'emploi qui est fait de l'électricité dans son fonctionnement. Comme le montre la figure 3, le Flip-Flap est formé de deux grandes poutres métalliques en treillis de 50^{m} de longueur qui s'élèvent ou s'abaissent comme les ailes d'un oiseau; de là, d'ailleurs, le nom de Flip-Flap qui rappelle le battement des ailes. A l'une des extrémités de chacune de ces poutres est suspendue une cage dans laquelle prennent place les visiteurs qui désirent avoir, par ce voyage aérien, une vue d'ensemble de l'Exposition. A l'autre extrémité est un contrepoids formé d'une caisse remplie de béton dont le poids est tel que, dans sa position d'équilibre, la poutre soit verticale. Un moteur électrique de 100 chevaux, alimenté par du courant continu à 500 volts, communique, au moyen de harnais d'engrenages réducteurs, un mouvement de rotation à chacun des bras. Un frein, dont la mise en action est provoquée par la rupture du circuit du moteur, cale l'appareil et empêche tout mouvement anormal dans le cas où le courant viendrait à manquer. Il est d'ailleurs mis normalement en action pendant l'entrée et la sortie des voyageurs dans les cabines, le courant du moteur étant alors coupé. Pour plus de sécurité, des taquets

de retenue maintiennent les bras horizontaux, indépendamment du frein, tant que les cabines sont au niveau des plates-formes d'entrée et de sortie. En outre, un dispositif électrique très simple empêche le mécanicien de lancer le courant dans le moteur et, par suite, de débloquer le frein tant que les portes d'accès et de sortie des deux cabines ne sont pas fermées; ce dispositif consiste en un enclenchement du commutateur de fermeture au moyen d'un électro-aimant dont le circuit passe par les deux cabines; tant que les employés des cabines n'ont pas fermé les portes, le circuit reste ouvert et le commutateur enclenché, de sorte qu'il est indispensable que les deux cabines soient simultanément fermées pour que le mécanicien puisse envoyer le courant dans le moteur; des signaux lumineux permettent, d'ailleurs, au mécanicien de savoir à chaque instant si l'une des cabines est ouverte ou fermée.

Le courant continu à 500 volts, que nous avons dit être utilisé pour le fonctionnement des cascades lumineuses et du Flip-Flap, est également distribué sur toute l'étendue de l'Exposition pour la force motrice et pour l'éclairage. Il provient de trois sources : un groupe électrogène à vapeur de 2000 kilowatts avec turbine Parsons, un groupe électrogène à gaz pauvre de 400 kilowatts avec moteur Westinghouse, une sous-station de transformation de 500 kilowatts alimentée par des courants triphasés à 5000 volts fournis par deux usines municipales. Les deux groupes électrogènes, installés dans le Palais des Machines, marchent en parallèle et sont surtout utilisés pour la fourniture de la force motrice pendant le jour dans ce Palais.

La force motrice est également produite au moyen de courants triphasés à 220 volts; deux stations de transformation, alimentées par les deux usines municipales dont il vient d'être question, permettent de disposer d'une puissance de 1000 kilowatts sous cette forme.

L'éclairage électrique est aussi assuré par deux réseaux indépendants : l'un à courant continu, l'autre à courant alternatif simple à 220 volts. Autant que possible, les lampes branchées sur ces deux réseaux sont alternées de manière qu'un accident sur l'une des canalisations n'entraîne qu'une diminution de l'éclairage et non l'obscurité complète. D'ailleurs, le gaz est largement utilisé pour l'éclairage intérieur et extérieur; ce dernier comprend, en effet, outre 200 lampes à arc, 400 lampes à gaz sous pression de 100 bougies, du système Keyth et Blackmann; quant à l'éclairage intérieur de toute la partie nord de l'Exposition, où se trouvent les attractions, il est tout entier fourni par le gaz, les disponibilités en énergie électrique faisant défaut. M. B.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret portant approbation du cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État. — Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et notamment l'article 6 de celte loi;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Est approuvé le cahier des charges ci-annexé, dressé en exécution de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906, pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État.

Art. 2. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Rambouillet, le 20 août 1908.

A. Fallières.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
Louis Barthou.

CAHIER DES CHARGES TYPE pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État (1).

CHAPITRE Ier.

OBJET DE LA CONCESSION.

Service concédé.

Art. 1er. — La présente concession a pour objet la distribution publique de l'énergie électrique dans les communes d.................... (2), département (s) d............., pour........................... (3).

La concession ne comprend pas la fourniture de l'énergie électrique pour force motrice aux entreprises de transport en commun « et aux établissements ou services ci-après énumérés......... ».

Ces entreprises « ou établissements » peuvent toutefois être desservis par le concessionnaire dans les conditions prévues à l'article 3 ci-après.

Droit d'utiliser les voies publiques.

Art. 2. — La concession confère au concessionnaire le droit d'établir et d'entretenir, dans le périmètre de sa concession, soit au-dessus, soit au-dessous des voies publiques et de leurs dépendances, tous ouvrages ou canalisations destinés à la distribution de l'énergie électrique, en se conformant aux conditions du présent cahier des charges, aux règlements de voirie et aux décrets ou arrêtés intervenus en exécution de la loi du 15 juin 1906.

Le concessionnaire ne pourra réclamer aucune indemnité pour le déplacement ou la modification des ouvrages établis par lui sur les voies publiques, lorsque ces changements seront requis par l'autorité compétente pour un motif de sécurité publique ou dans l'intérêt de la voirie.

Utilisation accessoire des ouvrages et canalisations.

Art. 3. — Le concessionnaire est autorisé à faire usage des ouvrages et canalisations établis en vertu de la présente concession pour desservir les entreprises de transport en commun, « les établissements ou services énumérés à l'article 1er ci-dessus » et d'une manière générale toutes entreprises situées hors de la concession, à la condition expresse

(1) *N. B.* — Les mots ou phrases placés entre guillemets peuvent être maintenus ou rayés, au choix de l'autorité concédante.

(2) Indiquer les communes ou parties de communes sur lesquelles porte la concession.

(3) Suivant que la concession comporte la distribution de l'énergie électrique en vue de l'éclairage seul, en vue de tous usages autres que l'éclairage, l'une des trois formules suivantes sera employée :

L'éclairage public ou privé;

Tous usages;

Tous usages autres que l'éclairage public ou privé.



qu'il n'en résulte aucune entrave au bon fonctionnement de la distribution et que toutes les obligations du cahier des charges soient remplies.

CHAPITRE II.

TRAVAUX.

Approbation des projets.

ART. 4. — Les projets de tous les ouvrages dépendant de la concession devront être approuvés dans les formes prévues par la loi du 15 juin 1906 et par le décret du 3 avril 1908.

Ouvrages à établir pour la distribution.

ART. 5. — Le concessionnaire sera tenu d'établir à ses frais les canalisations, sous-stations, postes de transformateurs, etc., nécessaires à la distribution.

Le réseau sera alimenté au moyen de postes centraux qui feront partie intégrante de la concession et seront situés à l'intérieur de son périmètre.

Les ouvrages destinés à la production de l'énergie et à son transport jusqu'à chacun des postes centraux ne seront pas soumis aux dispositions du présent cahier des charges et devront être établis, s'il y a lieu, en vertu de permissions ou de concessions distinctes données en conformité de la loi du 15 juin 1906.

« Toutefois, le concessionnaire sera tenu de construire et de maintenir en bon état de service une (ou plusieurs) usine génératrice d'une puissance totale d'au moins ... kilowatts. Cette (ou ces) usine ainsi que les ouvrages la (ou les) reliant au réseau de distribution feront partie de la concession (1) ».

Ouvrages et canalisations préexistants.

« L'État met à la disposition du concessionnaire, qui accepte, l'ensemble des immeubles, canalisations, ouvrages, matériel et appareils constituant les installations de la distribution préexistante, suivant inventaire annexé au présent cahier des charges.

« Cette mesure est consentie pour la durée de la concession, mais elle cesserait de plein droit d'avoir son effet en cas de rachat ou de déchéance.

« Le concessionnaire payera, pour l'usage des ouvrages de la distribution qui sont mis à sa disposition par l'État, une redevance annuelle de .... (2). »

Délais d'exécution.

ART. 6. — Les projets des ouvrages et des lignes désignées sur le plan annexé au présent cahier des charges devront être présentés par le concessionnaire dans le délai de .... mois à partir de l'approbation définitive de la concession (1).

Les travaux seront commencés dans le délai de .... à dater de l'approbation des projets et poursuivis sans interruption, de manière à être achevés dans le délai de.......

Les autres lignes seront exécutées lorsqu'elles seront réclamées dans les conditions prévues à l'article 14 ci-après; elles pourront l'être plus tôt, si le concessionnaire le juge utile.

Propriété des installations.

ART. 7. — Le concessionnaire sera tenu d'acquérir les machines et l'outillage nécessaires à l'exploitation (2).

Il pourra, à son choix, soit acquérir les terrains et établir à ses frais les constructions affectées au service de la distribution, soit les prendre en location.

« Toutefois, il sera tenu d'acquérir en toute propriété et de construire les ...... (3).

« Pour l'établissement des ouvrages, l'État s'engage à mettre à la disposition du concessaire moyennant ... (4). »

Les baux ou contrats relatifs à toutes les locations d'immeubles seront communiqués au préfet; ils devront comporter une clause réservant expressément à l'État la faculté de se substituer au concessionnaire en cas de rachat ou de déchéance. Il en sera de même pour tous les contrats de fourniture d'énergie, si le concessionnaire achète le courant

Nature et mode de production du courant (5).

ART. 8. — ....
....

Usines génératrices (5).

....
....

Sous-stations et postes de transformateurs (5).

....
....

(1) L'État peut exiger que les usines dépendant de la concession soient en état de produire toute l'énergie nécessaire à la distribution; dans ce cas, les deuxième, troisième et quatrième alinéas de l'article 5 doivent être supprimés et le premier alinéa complété par les mots suivants : « ainsi que les ouvrages destinés à la production de l'énergie et à son transport jusqu'au réseau. Tous ces ouvrages feront partie intégrante de la concession. »

(2) Les trois derniers alinéas de l'article 5 ne sont applicables que si l'État dispose, au moment de l'institution de la concession, d'un réseau de distribution déjà existant.

Dans ce cas, l'État peut mettre ce réseau à la disposition du concessionnaire à des conditions déterminées d'un commun accord. La redevance, s'il en est imposé une, peut être soit fixe, soit proportionnelle aux recettes brutes ou aux bénéfices réalisés par le concessionnaire.

(1) Au lieu de déterminer les lignes constituant le réseau à établir immédiatement, l'État peut imposer l'établissement d'une longueur donnée de canalisations principales, et, dans ce cas, le premier alinéa de l'article 6 doit être rédigé de la manière suivante :

« Le concessionnaire sera tenu d'établir au moins ......m de canalisations. Il devra en présenter le projet dans le délai de ..... mois à partir de l'approbation définitive de la concession. »

(2) Quand le concessionnaire est autorisé à ne pas produire lui-même l'énergie, le mot « l'exploitation » doit être remplacé par les mots « la distribution de l'énergie ».

(3) L'État peut imposer au concessionnaire l'acquisition en toute propriété des immeubles destinés à l'établissement des usines de production et des sous-stations où le courant alternatif est transformé en courant continu.

(4) L'État peut autoriser, par le cahier des charges, le concessionnaire à occuper, dans des conditions déterminées, les parties du domaine public dont il a la disposition.

(5) Indiquer la nature du courant distribué, le mode de production de ce courant et, s'il y a lieu, la nature du courant primaire.

Lorsque l'acte de concession prévoit la construction d'usines génératrices faisant partie intégrante de la concession, l'article 8 détermine les conditions d'établissement de ces usines.

L'article 8 détermine également, s'il y a lieu, les conditions d'établissement de sous-stations et postes de transformateurs.

Tension de distribution.

ART. 9. — La tension du courant distribué aux abonnés est fixée à .... volts. La tolérance maximum pour la variation de la tension est de ... pour 100 en plus ou en moins pour l'éclairage, et de ... pour 100 en plus ou en moins pour tous autres usages (¹).

Fréquence (²).

« La fréquence du courant distribué est fixée à ... périodes par seconde; elle ne doit pas varier de plus de ... pour 100 en plus ou en moins de sa valeur normale. »

Canalisations.

ART. 10. — Les canalisations souterraines seront placées directement dans le sol; « toutefois, elles pourront, sur la demande du concessionnaire, être placées dans des galeries accessibles et elles devront l'être lorsque les services de voirie l'exigeront. Sauf aux traversées des chaussées, elles seront toujours sous les trottoirs, à moins d'une autorisation spéciale ».

A la traversée des chaussées fondées sur béton et des voies de tramways, les dispositions nécessaires seront prises pour que le remplacement des canalisations soit possible sans ouverture de tranchée.

« Les canalisations aériennes .... (³) »

Branchements particuliers (⁴).

....

CHAPITRE III.

TARIFS ET CONDITIONS DU SERVICE.

Tarif maximum.

ART. 11. — Les prix auxquels le concessionnaire est autorisé à vendre l'énergie électrique ne peuvent dépasser les maxima suivants (⁵) :

Vente au compteur.

Pour l'éclairage, le kilowatt-heure.................. .....
Pour tous autres usages, le kilowatt-heure..............

....

Vente à forfait.

« Pour l'éclairage, le kilowatt-an.......................
« Pour tous autres usages, le kilowatt-an...............»

Abaissements de tarifs.

Si le concessionnaire abaisse pour certains abonnés les prix de vente de l'énergie pour l'éclairage électrique, avec ou sans conditions, au-dessous des limites fixées par le tarif maximum prévu ci-dessus, il sera tenu de faire bénéficier des mêmes réductions tous les abonnés placés dans les mêmes conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation, de consommation, de durée d'abonnement et de tarif maximum.

A cet effet, il devra établir et tenir constamment à jour un relevé de tous les abaissements consentis, avec mention des conditions auxquelles ils sont subordonnés. Un exemplaire de ce relevé sera déposé dans chacun des bureaux où peuvent être contractés des abonnements, et tenu constamment à la disposition du public et des agents du contrôle.

Tarifs applicables aux services publics.

ART. 12. — Les services publics de l'État, des départements et des communes bénéficieront d'une réduction de... pour 100 sur le tarif maximum prévu à l'article ci-dessus (¹).

Les établissements publics et les associations agricoles organisées par l'administration, en vertu des lois du 16 septembre 1807, du 14 floréal an XI et du 8 avril 1898 ou autorisées en conformité des lois des 21 juin 1865-22 décembre 1888 bénéficieront d'une réduction de ... pour 100.

Obligation de consentir des abonnements sur tout le parcours de la distribution.

ART. 13. — Sur tout le parcours de la distribution, le concessionnaire sera tenu, dans le délai d'un mois à partir de la demande qui lui en aura été faite, de fournir l'énergie électrique dans les conditions prévues au présent cahier des charges à toute personne qui demandera à contracter un abonnement pour une durée d'au moins.... Lorsque la puissance demandée excédera ... kilowatts, le concessionnaire pourra exiger que le demandeur lui garantisse pendant ... années une recette brute annuelle de ... francs par kilowatt demandé.

Si le service du nouvel abonné exige des travaux complémentaires sur le réseau, le délai d'un mois prévu pour la fourniture du courant sera prolongé du temps nécessaire à l'exécution de ces travaux.

« En aucun cas, le concessionnaire ne pourra être astreint à dépasser la puissance maximum de ... kilowatts pour l'ensemble de la distribution.

« Si les demandes viennent à dépasser la puissance disponible, elles seront desservies dans l'ordre de leur inscription sur un registre spécial tenu à cet effet. »

(¹) La tension peut être différente suivant l'usage qui est fait de l'énergie ou suivant les communes ou parties de communes où elle est utilisée.

Les tensions habituelles de distribution, en vue de l'éclairage, sont, suivant les cas : pour le courant continu, 110 et 220 volts; pour le courant alternatif, 110, 190 et 220 volts.

La tolérance admise habituellement pour l'éclairage ne dépasse pas 5 pour 100 en plus ou en moins.

(²) Cet alinéa ne s'applique qu'en cas de distribution par courants alternatifs.

La fréquence habituelle est de 25 ou 50 périodes par seconde.

La tolérance admise habituellement ne dépasse pas 5 pour 100.

(³) L'État peut interdire les canalisations aériennes; lorsqu'elles sont autorisées, il convient d'indiquer si les canalisations peuvent être aériennes dans toute l'étendue de la concession ou sinon dans quelles parties elles ne peuvent pas l'être.

L'État peut, en autorisant les canalisations aériennes, déterminer les conditions auxquelles sera soumis leur établissement.

(⁴) L'article 10 détermine, s'il y a lieu, les conditions auxquelles doivent satisfaire les branchements particuliers.

(⁵) Le cahier des charges peut fixer des maxima différents suivant les conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation et de consommation; il peut stipuler notamment des réductions pour les abonnés dépassant ou garantissant un minimum déterminé de consommation, pour les abonnés utilisant le courant à des heures ou pendant des saisons déterminées et, d'une manière générale, pour les abonnés acceptant des sujétions spéciales.

Pour la vente à forfait, la période d'un an peut être remplacée par une période d'une durée différente.

Les tarifs et les conditions du service peuvent être différents suivant les communes desservies.

(¹) La réduction sur le tarif maximum stipulée au profit des services publics de l'État, des départements et des communes ne peut être inférieure à 20 pour 100.

Obligation d'étendre le réseau.

ART. 14. — Le concessionnaire sera tenu d'installer toute ligne pour laquelle un ou plusieurs des propriétaires des immeubles à desservir lui garantiront, pendant cinq ans, une recette brute annuelle de ... francs par mètre courant de canalisation aérienne ou une recette brute annuelle de ... francs par mètre courant de canalisation souterraine, la longueur à établir étant comptée à partir du réseau déjà existant, sans y comprendre la longueur des branchements qui desserviront chaque immeuble.

Les projets de la ligne réclamée devront être présentés par le concessionnaire dans le délai d'un mois à partir de la demande qui lui en aura été faite. La ligne devra être achevée et mise en service dans le délai de ... mois [1] à dater de l'approbation des projets si sa longueur est inférieure à ... mètres, et dans le délai de ... mois, si sa longueur est supérieure.

« Le concessionnaire sera dispensé de l'obligation d'étendre le réseau si les demandes d'abonnement dépassent la puissance disponible sur le maximum prévu à l'article 13 ci-dessus [2]. »

Branchements et colonnes montantes.

ART. 15. — Les branchements sur les canalisations établies sur ou sous les voies publiques, ayant pour objet d'amener le courant du réseau à l'intérieur des immeubles desservis jusques et y compris soit la boîte du coupe-circuit principal, soit le poste de transformateur, seront installés et entretenus par le concessionnaire et feront partie intégrante de la distribution. Les frais d'installation des branchements seront remboursés au concessionnaire par les propriétaires ou abonnés, conformément au tarif ci-après.

....

« Les propriétaires ou abonnés qui garantiront une consommation d'au moins... kilowatts-heure par an pendant... années seront dispensés du remboursement des frais d'installation des branchements, à condition d'y substituer le payement d'un loyer mensuel, conformément au tarif ci-après :

« ....

« Lorsque le loyer aura été payé pendant la période mentionnée ci-dessus, les frais d'installation du branchement seront considérés comme amortis et les abonnés desservis au moyen de ce branchement en jouiront gratuitement.

« Les frais d'installation des branchements resteront entièrement à la charge du concessionnaire, si les propriétaires ou abonnés garantissent une consommation d'au moins ... kilowatts-heure par an, pendant ... années. »

Les branchements intérieurs, les colonnes montantes et toutes dérivations seront établis et entretenus par les soins et aux frais des propriétaires des immeubles.

« Toutefois, si les propriétaires le requièrent, le concessionnaire sera tenu d'exécuter et d'entretenir lui-même ces installations, moyennant une rémunération calculée conformément au tarif ci-après :

« .... »

Les tarifs prévus au présent article seront revisables à toute époque par un accord entre l'autorité concédante et le concessionnaire.

Compteurs.

ART. 16. — Les compteurs servant à mesurer les quantités d'énergie livrées aux abonnés par le concessionnaire seront d'un des types approuvés par le Ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'électricité institué conformément à la loi du 15 juin 1906. Pour chaque type, le Ministre déterminera la valeur des écarts dans la limite desquels les compteurs seront considérés comme exacts.

Les compteurs seront posés, plombés et entretenus par le concessionnaire.

L'abonné aura la faculté de les fournir lui-même ou de demander au concessionnaire de les fournir en location [1].

Si le compteur appartient à l'abonné, le concessionnaire percevra, à titre de frais de pose, une somme de ... et, à titre de frais d'entretien, une somme mensuelle de ....

Si le compteur est fourni par le concessionnaire, celui-ci percevra, à titre de frais de pose, une somme de ... et, à titre de frais de location et d'entretien, une somme mensuelle de ... [2].

Vérification des compteurs.

ART. 17. — Le concessionnaire pourra procéder à la vérification des compteurs aussi souvent qu'il le jugera utile, sans que cette vérification donne lieu à son profit à aucune allocation en sus des frais d'entretien mentionnés à l'article précédent.

L'abonné aura toujours le droit de demander la vérification du compteur, soit par le concessionnaire, soit par un expert désigné d'un commun accord ou, à défaut d'accord, désigné par l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique. Les frais de la vérification seront à la charge de l'abonné, si le compteur est reconnu exact ou si le défaut d'exactitude est à son profit; ils seront à la charge du concessionnaire si le défaut d'exactitude est au détriment de l'abonné.

Police d'abonnement.

ART. 18. — Les contrats pour la fourniture de l'énergie électrique seront établis sous la forme de polices d'abonnement, conformes aux modèles arrêtés d'accord entre le représentant de l'autorité concédante désigné par le Ministre et le concessionnaire. Il ne pourra être dérogé aux dispositions contenues dans ces modèles que par une convention spéciale entre le concessionnaire et l'abonné, soumise aux conditions stipulées dans les deux derniers alinéas de l'article 11 ci-dessus.

« Dans le cas où il y aurait lieu, au cours de la concession, d'apporter des modifications aux modèles de police, à défaut d'accord entre le représentant de l'autorité concédante désigné comme il est dit ci-dessus et le concessionnaire, il serait statué par le Ministre des Travaux publics après avis du Comité d'Électricité. »

Avance sur consommation.

« L'abonné sera tenu, sur la demande du concessionnaire, de lui verser, à titre d'avance sur consommation, une somme qui ne pourra être supérieure à .... par hectowatt de puissance du compteur.

« Cette avance ne sera pas productive d'intérêt et sera remboursable à l'expiration de l'abonnement. »

Surveillance des installations intérieures.

ART. 19. — Le courant ne sera livré aux abonnés que s'ils se conforment, pour leurs installations intérieures, aux me-

(1) En aucun cas, le délai ne peut excéder six mois.

(2) A insérer seulement lorsque la puissance à fournir par le concessionnaire est limitée par le cahier des charges.

(1) L'État peut spécifier que la fourniture du compteur sera toujours faite par le concessionnaire. Dans ce cas, les quatre derniers alinéas de l'article 16 seront remplacés par un paragraphe unique ainsi conçu : « Les compteurs seront fournis, posés, plombés et entretenus par le concessionnaire, qui percevra, à titre de rémunération pour ce service, une somme mensuelle de .... »

(2) Les redevances pour pose, entretien ou location du compteur peuvent être variables suivant sa puissance et sa nature.



sures qui leur seront imposées par le concessionnaire, avec l'approbation de l'ingénieur en chef du contrôle, en vue soit d'empêcher les troubles dans l'exploitation, notamment les défauts d'isolement et la mise en marche ou l'arrêt brusque des moteurs électriques, soit d'empêcher l'usage illicite du courant, soit d'éviter une déperdition exagérée d'énergie dans les branchements et colonnes montantes avant les compteurs.

Le concessionnaire sera autorisé, à cet effet, à vérifier, à toute époque, l'installation intérieure de chaque abonné.

Si l'installation est reconnue défectueuse, le concessionnaire pourra se refuser à continuer la fourniture du courant. En cas de désaccord sur les mesures à prendre en vue de faire disparaître toute cause de danger ou de trouble dans le fonctionnement général de la distribution, il sera statué par l'ingénieur en chef du contrôle, sauf recours au Ministre des Travaux publics, qui décidera après avis du Comité d'Électricité.

En aucun cas, le concessionnaire n'encourra de responsabilités à raison des défectuosités des installations qui ne seront pas de son fait.

Conditions particulières du service.

ART. 20 ([1]). — ....
....

CHAPITRE IV.

DURÉE DE LA CONCESSION, RACHAT ET DÉCHÉANCE.

Durée de la concession.

ART. 21. — La durée de la présente concession est fixée à .... années ([2]); elle commencera à courir de la date de son approbation définitive ([3]).

Reprise des installations en fin de concession.

ART. 22. — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, l'État aura, moyennant un préavis de deux ans, la faculté de se subroger aux droits du concessionnaire et de prendre possession de tous les immeubles et ouvrages de la distribution et de ses dépendances.

Si l'État use de cette faculté, les usines, sous-stations et postes transformateurs, le matériel électrique et mécanique ainsi que les canalisations et branchements faisant partie de la concession lui seront remis gratuitement, et il ne sera attribué d'indemnité au concessionnaire que pour la portion du coût de ces installations qui sera considérée comme n'étant pas amortie. Cette indemnité sera égale aux dépenses dûment justifiées, supportées par le concessionnaire pour l'établissement de ceux des ouvrages ci-dessus énumérés subsistant en fin de concession qui auront été régulièrement exécutés pendant les *n* dernières années de la concession, sauf déduction pour chaque ouvrage de $1/n$ de sa valeur pour chaque année écoulée depuis son achèvement. L'indemnité sera payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront l'expiration de la concession.

([1]) L'article 20 indique si l'énergie doit être à la disposition des abonnés en permanence, ou si le service peut être normalement suspendu à des heures déterminées, qui peuvent être variables suivant les saisons.

Il peut contenir, en outre, des conditions spéciales qui seraient stipulées pour la fourniture de l'énergie à certaines catégories d'abonnés.

([2]) La durée ne peut être supérieure à quarante ans.

([3]) Lorsque la concession a pour objet l'extension d'une concession déjà existante, elle doit prendre fin à la même date que la concession principale, et l'article 21 détermine la date d'expiration pour l'ensemble du réseau.

En ce qui concerne le mobilier et les approvisionnements, l'État se réserve le droit de les reprendre en totalité ou pour telle partie qu'il jugera convenable, mais sans pouvoir y être contraint. La valeur des objets repris sera fixée à l'amiable ou à dire d'experts, et payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront leur remise à l'État.

Si l'État ne prend pas possession de la distribution, le concessionnaire sera tenu d'enlever à ses frais et sans indemnité toutes celles de ses installations qui se trouvent sur ou sous les voies publiques; il pourra toutefois abandonner sans indemnité les canalisations souterraines, à condition qu'elles n'apportent aucune gêne aux services publics.

Dans tous les cas, l'État aura la faculté, sans qu'il en résulte un droit à indemnité pour le concessionnaire, de prendre pendant les six derniers mois de la concession toutes mesures utiles pour assurer la continuité de la distribution de l'énergie en fin de concession, en réduisant au minimum la gêne qui en résultera pour le concessionnaire. Il pourra notamment, si les sous-stations et postes de transformateurs n'appartiennent pas en propre au concessionnaire ou si celui-ci ne produit pas le courant dans des usines faisant partie de la concession, desservir directement les abonnés par des sous-stations ou postes de transformateurs nouveaux, en percevant à son profit le prix de vente de l'énergie, et d'une manière générale prendre toutes les mesures nécessaires pour effectuer le passage progressif de la concession ancienne à une concession ou à une entreprise nouvelle.

Rachat de la concession.

ART. 23. — A toute époque, l'État aura le droit de racheter la concession entière, moyennant un préavis de deux ans.

En cas de rachat, le concessionnaire recevra pour toute indemnité :

1° Pendant chacune des années restant à courir jusqu'à l'expiration de la concession, une annuité égale au produit net moyen des sept années d'exploitation précédant celle où le rachat sera effectué, déduction faite des deux plus mauvaises.

Le produit net de chaque année sera calculé en retranchant des recettes toutes les dépenses, dûment justifiées, faites pour l'exploitation de la distribution, y compris l'entretien et le renouvellement des ouvrages et du matériel, mais non compris les charges du capital ni l'amortissement des dépenses de premier établissement.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

2° Une somme égale aux dépenses dûment justifiées, supportées par le concessionnaire pour l'établissement de ceux des ouvrages de la concession subsistant au moment du rachat, qui auront été régulièrement exécutés pendant les *n* années précédant le rachat, sauf déduction pour chaque ouvrage de $1/n$ de sa valeur pour chaque année écoulée depuis son achèvement.

L'État sera, en outre, tenu de se substituer au concessionnaire pour l'exécution des engagements pris par lui en vue d'assurer la marche normale de l'exploitation, et de reprendre les approvisionnements en magasin ou en cours de transport ainsi que le mobilier de la distribution; la valeur des objets repris sera fixée à l'amiable ou à dire d'experts et sera payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront leur remise à l'État.

Si le rachat a lieu avant l'expiration des vingt premières années de la concession, le concessionnaire pourra demander que l'indemnité, au lieu d'être calculée comme il est dit ci-dessus, soit égale aux dépenses réelles de premier établissement, y compris les frais de constitution de la Société dans

la limite d'un maximum de ..... francs et les insuffisances qui se seraient produites depuis l'origine de la concession, si celle-ci remonte à moins de sept ans, et pendant les sept premières années de sa durée, si elle remonte à plus de sept ans. Ces insuffisances seront calculées pour chaque année en prenant la différence entre la recette brute et les charges énumérées ci-après : 1° frais d'exploitation; 2° intérêt et amortissement des emprunts contractés pour l'établissement de la distribution; 3° intérêt à 5 pour 100 des sommes fournies par le concessionnaire au moyen de ses propres ressources ou de son capital-actions.

Remise des ouvrages.

ART. 24. — En cas de rachat ou en cas de reprise à l'expiration de la concession, le concessionnaire sera tenu de remettre à l'État tous les ouvrages et le matériel de la distribution en bon état d'entretien.

L'État pourra retenir, s'il y a lieu, sur les indemnités dues au concessionnaire, les sommes nécessaires pour mettre en bon état toutes les installations.

Lorsque l'État usera de la faculté, à lui réservée, de reprendre les installations en fin de concession, il pourra se faire remettre les revenus de la distribution dans les deux dernières années qui précéderont le terme de la concession et les employer à rétablir en bon état les installations, si le concessionnaire ne se met pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation et si le montant de l'indemnité à prévoir en raison de la reprise de la distribution par l'État, joint au cautionnement, n'est pas jugé suffisant pour couvrir les dépenses des travaux reconnus nécessaires.

Déchéance et mise en régie provisoire.

ART. 25. — Si le concessionnaire n'a pas présenté les projets d'exécution, ou s'il n'a pas achevé et mis en service les lignes de distribution dans les délais et conditions fixés par le cahier des charges, il encourra la déchéance, qui sera prononcée, après mise en demeure, par décret, sauf recours au Conseil d'État par la voie contentieuse.

Si la sécurité publique vient à être compromise, le préfet, après avis de l'ingénieur en chef du contrôle, prendra aux frais et risques du concessionnaire les mesures provisoires nécessaires pour prévenir tout danger. Il soumettra au Ministre des Travaux publics les mesures qu'il aura prises à cet effet. Le Ministre prescrira, s'il y a lieu, les modifications à apporter à ces mesures et adressera au concessionnaire une mise en demeure fixant le délai à lui imparti pour assurer à l'avenir la sécurité de l'exploitation.

Si l'exploitation vient à être interrompue en partie ou en totalité, il y sera également pourvu aux frais et risques du concessionnaire. Le préfet soumettra immédiatement au Ministre des Travaux publics les mesures qu'il compte prendre pour assurer provisoirement le service de la distribution. Le Ministre statuera sur ces propositions et adressera une mise en demeure fixant un délai au concessionnaire pour reprendre le service.

Si, à l'expiration du délai imparti, dans les cas prévus aux deux alinéas qui précèdent, il n'a pas été satisfait à la mise en demeure, la déchéance pourra être prononcée.

La déchéance pourra également être prononcée si le concessionnaire, après mise en demeure, ne reconstitue pas le cautionnement prévu à l'article 31 ci-après, dans le cas où des prélèvements auraient été effectués sur ce cautionnement en conformité des dispositions du cahier des charges.

La déchéance ne serait pas encourue dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

Procédure en cas de déchéance.

ART. 26. — Dans le cas de déchéance, il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements du concessionnaire au moyen d'une adjudication qui sera ouverte sur une mise à prix des projets, des terrains acquis, des ouvrages exécutés, du matériel et des approvisionnements.

Cette mise à prix sera fixée par le Ministre des Travaux publics sur la proposition du préfet, après avis du Conseil municipal, le concessionnaire entendu.

Nul ne sera admis à concourir à l'adjudication s'il n'a, au préalable, été agréé par le Ministre des Travaux publics, et s'il n'a fait, soit à la Caisse des Dépôts et Consignations, soit à la Trésorerie générale du département, un dépôt de garantie égal au montant du cautionnement prévu par le présent cahier des charges.

L'adjudication aura lieu suivant les formes indiquées aux articles 11, 12, 13, 15 et 16 de l'ordonnance royale du 10 mai 1829.

L'adjudicataire sera tenu aux clauses du présent cahier des charges et substitué aux droits et charges du concessionnaire évincé, qui recevra le prix de l'adjudication.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sans mise à prix après un délai de trois mois. Si cette seconde tentative reste également sans résultat, le concessionnaire sera définitivement déchu de tous droits; les ouvrages et le matériel de la distribution ainsi que les approvisionnements deviendront sans indemnité la propriété de l'État.

CHAPITRE V.

CLAUSES DIVERSES.

Redevances.

ART. 27. — Les redevances pour l'occupation du domaine public national et départemental sont fixées conformément aux articles 1 et 2 du décret du 17 octobre 1907.

Il en est de même des redevances pour l'occupation du domaine public communal, à moins que des accords spéciaux ne soient intervenus entre certaines communes et le concessionnaire, conformément à l'article 3 dudit décret.

États statistiques et contrôle des recettes.

ART. 28. — Le concessionnaire sera tenu de remettre chaque année à l'ingénieur en chef du contrôle un compte rendu statistique de son exploitation.

Ce compte rendu sera établi conformément au modèle arrêté par le Ministre des Travaux publics après avis du Comité d'Électricité et pourra être publié en tout ou en partie.

Pour les communes avec lesquelles des accords auront été passés conformément à l'article 27 ci-dessus, le concessionnaire devra, en outre, adresser à l'ingénieur en chef du contrôle, dans le courant du premier trimestre de chaque année, l'état des recettes réalisées pendant l'année précédente.

L'ingénieur en chef aura le droit de contrôler ces états; à cet effet, les agents du contrôle dûment accrédités pourront se faire présenter toutes pièces de comptabilité nécessaires pour leur vérification.

Impôts et droits d'octroi.

ART. 29. — Tous les impôts établis ou à établir par l'État, les départements ou les communes, y compris les impôts relatifs aux immeubles de la distribution, seront à la charge du concessionnaire.



Pénalités.

ART. 30. — Faute par le concessionnaire de remplir les obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, des amendes pourront lui être infligées, sans préjudice, s'il y a lieu, de dommages et intérêts envers les tiers intéressés. Les amendes seront prononcées au profit de l'État par le préfet, après avis de l'ingénieur en chef du contrôle.

Les amendes seront appliquées dans les conditions suivantes:

En cas d'interruption générale non justifiée du courant, amende de .... par heure d'interruption;

En cas de manquement aux obligations imposées par les articles 6, 9, 13, 14 et 28 du présent cahier des charges, et par chaque infraction, amende de .... par jour, jusqu'à ce que l'infraction ait cessé ([1]).

Cautionnement.

ART. 31. — Avant la signature de l'acte de concession, le concessionnaire déposera, soit à la Caisse des Dépôts et Consignations, soit à la Trésorerie générale du département, une somme de ...... en numéraire ou en rentes sur l'État, en obligations garanties par l'Etat ou en bons du Trésor, dans les conditions prévues par les lois et règlements pour les cautionnements en matière de travaux publics.

La somme ainsi versée formera le cautionnement de l'entreprise.

Sur le cautionnement seront prélevés le montant des amendes stipulées à l'article 30, ainsi que les dépenses faites en raison des mesures prises aux frais du concessionnaire pour assurer la sécurité publique ou la reprise de l'exploitation en cas de suspension, conformément aux prescriptions du présent cahier des charges.

Toutes les fois qu'une somme quelconque aura été prélevée sur le cautionnement, le concessionnaire devra le compléter à nouveau dans un délai de quinze jours, à dater de la mise en demeure qui lui sera adressée à cet effet.

La moitié du cautionnement sera restituée au concessionnaire après achèvement du réseau principal de distribution prévu à l'article 6 ci-dessus; l'autre moitié lui sera restituée en fin de concession. Toutefois, en cas de déchéance, la partie non restituée du cautionnement restera définitivement acquise à l'État.

Agents du concessionnaire.

ART. 32. — Les agents et gardes que le concessionnaire aura fait assermenter pour la surveillance et la police de la distribution et de ses dépendances seront porteurs d'un signe distinctif et seront munis d'un titre constatant leurs fonctions.

Cession ou modification de la concession.

ART. 33. —Toute cession partielle ou totale de la concession, tout changement de concessionnaire ne pourront avoir lieu, à peine de déchéance, qu'en vertu d'une autorisation donnée par le préfet ou par le Ministre des Travaux publics, suivant les distinctions établies par l'article 7 de la loi du 15 juin 1906, paragraphe 1er.

Jugement des contestations.

ART. 34. — Les contestations qui s'élèveraient entre le concessionnaire et l'administration, au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses du présent cahier des charges, seront jugées par le Conseil de préfecture du département d ...., sauf recours au Conseil d'État.

([1]) Les amendes prévues peuvent n'être pas les mêmes pour les infractions aux divers articles mentionnés dans ce paragraphe.

Élection de domicile.

ART. 35. — Le concessionnaire devra faire élection de domicile à ....

Dans le cas où il ne l'aurait pas fait, toute notification ou signification à lui adressée sera valable lorsqu'elle sera faite à la préfecture de ....

Frais d'enregistrement.

ART. 36. — Les frais de timbre et d'enregistrement du présent cahier des charges et des conventions annexées seront supportés par le concessionnaire.

(*Journal officiel* du 25 août 1908.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Concession d'éclairage électrique. — Abonné. — Remplacement de lampes électriques par des lampes à pétrole. — Corrélation entre la consommation de l'abonné et les travaux du concessionnaire. — Minimum de consommation. — Droits du concessionnaire.

Un abonné a posé la question suivante :

« Un abonné d'un concessionnaire d'éclairage électrique vient de remplacer dans son magasin la lumière électrique par des lampes à pétrole, sous prétexte que l'électricité coûte trop cher, réservant l'éclairage électrique pour les dépendances de ce magasin.

« Bien que ni le contrat de concession ni la police ne prévoient un minimum de consommation, le concessionnaire peut-il mettre l'abonné en demeure de payer un minimum d'éclairage ou de renoncer au bénéfice de sa police, ou bien demander aux tribunaux la résiliation du contrat et l'autorisation de couper le courant? »

Dans la plupart des contestations qui s'élèvent devant les tribunaux entre les concessionnaires d'éclairage électrique et leurs abonnés, au sujet d'une consommation jugée insuffisante, un minimum de consommation est prévu par la police, et les juges n'ont qu'à appliquer les stipulations de cette dernière (Trib. com. Seine, 4 juin 1903, *Revue des Concessions*, t. IV, p. 129).

La situation est beaucoup plus délicate lorsque, comme dans l'espèce, aucun minimum de consommation n'a été prévu. Un seul point est hors de doute : l'abonné doit, alors même qu'il ne consomme rien, continuer à payer exactement les frais de location et d'entretien de ses appareils et de ses lampes, et peut se voir couper le courant sur refus de sa part, après mise en demeure et jugement.

Mais le concessionnaire peut-il exiger le paiement d'un minimum de consommation et en cas de refus se faire autoriser à couper le courant? Il n'y a rien de formel à cet égard, c'est une simple question de fait, et, comme l'a décidé la chambre civile de la Cour de cassation dans son arrêt du 29 octobre 1901 (*Revue*, t. I, p. 123), les tribunaux ont un pouvoir souverain d'appréciation pour rechercher la nature du contrat, l'intention des parties, l'exécution qui a été donnée à la convention, et déterminer ainsi la portée et l'étendue de l'obligation souscrite par l'abonné en échange de l'engagement contracté par le concessionnaire.

L'arrêt ci-dessus visé a confirmé ce principe généralement admis selon lequel le contrat d'abonnement a un caractère synallagmatique et implique nécessairement la réciprocité des obligations entre les parties : le concessionnaire s'engage à faire les travaux nécessaires pour amener le courant chez l'abonné; il est, par contre, en droit de compter sur l'obligation corrélative de l'abonné de consommer la lumière fournie dans une proportion suffisante pour répondre à l'importance de l'installation et pour faire contre-partie aux frais exposés par l'usinier. L'arrêt a décidé que cette

obligation corrélative était d'autant plus formelle et plus étendue que le concessionnaire avait été obligé de faire des travaux plus considérables pour amener le courant chez l'abonné.

Il semble donc que, dans l'espèce actuelle, l'abonné soit tenu à un minimum de consommation suffisant pour rémunérer le concessionnaire de ses frais d'installation, et que ce minimum doive surtout dépendre de l'extension des conducteurs nécessitée par cet abonnement.

L'arrêt précité estime sans doute que la consommation peut varier avec les besoins des abonnés, mais à la condition que ces besoins soient normaux et correspondent bien à l'intention des parties et à l'importance de l'installation, en sorte que le minimum de consommation sera donné par le minimum effectif en période normale.

Le concessionnaire est donc en droit d'exiger de son abonné le minimum de ce qu'il consommait quand il éclairait son magasin à l'électricité, car cette consommation répondait à ses besoins normaux. Si cette consommation n'est pas atteinte actuellement, il peut mettre cet abonné en demeure de consommer le minimum d'électricité, soit devant le juge de paix pour lui demander des dommages-intérêts, soit devant le tribunal de commerce pour faire juger qu'il doit consommer un minimum d'électricité, que, faute par lui de l'avoir fait, le contrat de fourniture doit être résolu à ses dépens avec dommages-intérêts. Mais le concessionnaire ne pourrait pas couper le courant sans y être autorisé par justice.

(*Revue des Concessions départementales et communales.*)

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société des Forces motrices du Refrain.* Assemblée ordinaire le 10 septembre, 2h30m, salle du Cercle de l'Enclos, à Montbéliard (Doubs).

Compagnie Havraise suburbaine d'Éclairage et de Force motrice par l'Électricité. Assemblée extraordinaire le 8 septembre, à 1h30m, 110, rue Demidoff, au Havre (Seine-Inférieure). Ordre du jour : Transfert du siège social.

Nouvelles Sociétés. — *Société française d'éclairage et d'électricité.* Siège social : 13, avenue de l'Opéra, et 14, rue d'Argenteuil, Paris. Capital : 500000fr. Durée : 30 ans.

Société anonyme pour l'exploitation des procédés Westinghouse-Leblanc. Siège social : rue de l'Arcade, Paris. Durée : 30 ans. Capital : 200000fr.

Société en nom coll. Couffinhal et ses fils, constructeurs de machines électriques. Siège social : 60, rue de Roanne, à Saint-Étienne. Durée : 10 ans. Capital : 270000fr.

Société en comm. Mège et Cie, fournitures d'appareils pour l'électricité. Siège social : 3, rue de l'Isly, à Limoges. Durée : 10 ans. Capital : 42000fr.

Société en nom coll. Pigard et Molitor, dynamos, moteurs électriques, moteurs à gaz, à pétrole, etc. Siège social : 2 *bis*, rue Gonnet, Paris. Durée : 20 ans. Capital : 30000fr.

Société en comm. Favereau-Bosquet et Cie, production, distribution de lumière, chauffage et force motrice, à Preignac (Gironde). Durée : 24 ans. Capital : 200000fr.

Société en nom coll. V. Meng et Lesieur, fils et câbles électriques. Siège social : 80, rue Bolivar, à Paris. Durée : 18 ans. Capital : 335000fr.

Compagnie du gaz et d'électricité d'Arcachon et extensions. Siège social : 1, rue Franklin, à Bordeaux (Gironde). Durée : 40 ans. Capital : 1600000fr.

Société suburbaine du Gaz et de l'Électricité. Siège social : 8, rue de Florence, Paris. Durée : 50 ans. Capital : 1100000fr.

Nouvelles installations d'éclairage électrique. — Villes dans lesquelles une installation électrique est projetée :

Tracy (Oise). — On annonce que cette commune sera prochainement éclairée à l'électricité. Les travaux vont commencer incessamment.

Lassay (Mayenne). — On travaille en ce moment à l'installation de l'éclairage électrique.

Saint-Sylvestre (Ardèche). — Le conseil municipal aurait donné une permission de voirie à MM. Devèze et Filhol pour éclairer cette ville à l'électricité concurremment avec M. Biers.

Sombernon (Côte-d'Or). — Des pourparlers ont lieu actuellement entre M. Échaillier et la municipalité en vue de l'établissement de l'éclairage électrique.

Leers (Nord). — La Compagnie l'Énergie électrique doit soumettre prochainement un projet de contrat à la municipalité pour l'éclairage électrique de cette commune.

Duras (Lot-et-Garonne). — Le conseil municipal a, paraît-il, décidé que la commune traitera avec la Compagnie Électrique du Sud-Ouest pour l'éclairage public par l'électricité.

Chateaubriant (Loire-Inférieure). — On annonce que MM. Huguet et Husard ont été nommés concessionnaires de l'éclairage électrique.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur [1]. — N° 727. *Suisse.* — L'industrie et le commerce de la chaussure en Suisse.

N° 728. *Japon.* — Mouvement du commerce extérieur de la navigation commerciale dans les ports ouverts de la circonscription vice-consulaire de Nagasaki pendant l'année 1907.

N° 729. *Serbie.* — Le commerce extérieur de la Serbie en 1906; la situation économique.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 24 août au 10 septembre 1908 ces cours ont été :

Dates.	Cuivre « Standard ».	Cuivre électrolytique.
	£ sh d	£ sh d
24 août	60 » »	63 » »
25 »	59 17 6	63 » »
26 »	60 » »	63 » »
27 »	60 15 »	63 10 »
28 »	61 2 6	63 10 »
31 »	61 2 6	63 10 »
1er septembre	60 17 6	63 10 »
2 »	60 12 6	63 10 »
3 »	60 7 6	63 5 »
4 »	60 7 6	63 5 »
7 »	61 1 3	63 5 »
8 »	61 5 »	63 10 »
9 »	61 2 6	63 10 »
10 »	61 1 3	63 10 »

Nota. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

[1] Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

Tome X. **N° 114. — 30 septembre 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Parmi les faits récents qui intéressent particulièrement les électriciens, il nous faut signaler : les décès de Mascart et de Becquerel que nous mentionnions dans notre dernière chronique, l'incendie de l'Hôtel des Téléphones, le Congrès international des Applications de l'électricité de Marseille.

On trouvera plus loin (p. 247) deux articles nécrologiques sur **Henri Becquerel** et sur **Éleuthère Mascart.** Si le premier a droit à l'admiration du monde savant pour ses belles recherches sur la radioactivité de l'uranium, qui ont conduit Curie et Mme Curie à la découverte du radium, le second a droit à la reconnaissance de tous les électriciens, savants, techniciens ou industriels, pour le rôle prépondérant qu'il a eu en Électricité depuis que celle-ci a donné naissance à une industrie de jour en jour plus importante.

L'**incendie de l'Hôtel des Téléphones** a été l'objet de nombreux articles dans la presse quotidienne. Les intéressés y trouveront l'indication des mesures prises pour atténuer, autant que possible, la perturbation que cet incendie a causée dans les relations commerciales. Ils y verront aussi qu'on a émis l'idée que cet incendie aurait, sans doute, pour conséquence une amélioration du système téléphonique jusqu'ici employé à Paris, système qui a donné lieu, dans ces derniers temps, à de violentes récriminations de la part des abonnés au téléphone; espérons pour ceux-ci que l'amélioration sera réelle et que la Commission qui vient d'être nommée pour examiner la question, dotera Paris d'un système qui n'aura rien à envier à ceux utilisés dans les grandes villes américaines, où la concurrence entre compagnies téléphoniques a amené l'introduction de perfectionnements qui réduisent considérablement le temps nécessaire à la mise en communication des abonnés. Toutefois il est à craindre — puissions-nous être un mauvais augure — que les mesures provisoires qu'on va se trouver dans l'obligation de prendre ne retardent l'installation du système idéal et que, d'autre part, les dépenses considérables qui vont en résulter ne fassent reporter à une date bien lointaine l'abaissement du tarif d'abonnement qui nous est promis depuis plusieurs années.

Quant à la cause de l'incendie, elle ne paraît pas être encore connue. La presque simultanéité de l'incendie de l'Hôtel des Téléphones avec celui des Magasins de la Ville de Saint-Denis a fait penser que ce dernier n'est peut-être pas étranger à l'autre : par suite de l'enchevêtrement des fils téléphoniques et des conducteurs d'éclairage des Magasins de la Ville de Saint-Denis, un courant se serait trouvé dérivé de ceux-ci dans ceux-là et aurait ainsi provoqué l'échauffement et la combustion de l'isolant des câbles du bureau de la rue Gutenberg. Nous

ignorons ce que l'enquête révélera à ce sujet. En tout cas, l'hypothèse n'est pas dénuée de fondement, car c'est en effet d'une manière analogue que le bureau téléphonique de Grenoble a été récemment incendié : le feu ayant détruit, pendant la nuit, le bureau d'Uriage, des fils téléphoniques tombèrent sur les conducteurs électriques du tramway de Grenoble à Vizille et lorsque, vers 5h du matin, la station génératrice envoya le courant dans les conducteurs pour permettre la reprise du service de traction, un incendie se déclara presque immédiatement au bureau de Grenoble.

***

Le **Congrès international des Applications de l'électricité** constitue un véritable succès pour ses organisateurs : il ne comprenait pas moins de 1300 adhérents, dont environ 600 sont venus à Marseille.

La séance d'ouverture eut lieu le lundi 14 septembre, dans la salle du théâtre de l'Exposition, sous la présidence de M. Maurice Levy. Nous en donnerons dans le prochain numéro le compte rendu sommaire publié par le secrétaire général du Congrès. Nous eussions voulu publier celui de la séance de clôture du samedi 19 septembre, où ont été adoptés divers vœux proposés par les Sections; malheureusement, dès la clôture du Congrès, organisateurs, présidents, secrétaires, etc., se sont empressés de prendre un repos bien gagné en visitant, les uns la Côte d'Azur, les autres le Dauphiné et la Savoie, d'autres encore le Languedoc ou l'Auvergne, et nous n'avons pu rencontrer aucun d'eux assez tôt à Paris pour compléter les quelques notes que nous avions prises à cette séance; ce sera donc aussi pour un prochain numéro.

Ainsi que nous l'avons annoncé, diverses *visites techniques* étaient prévues au programme du Congrès. La première eut lieu le dimanche 13 septembre et comportait la visite de la magnifique usine de la Brillanne-Villeneuve que nous avons décrite dans notre numéro du 30 août (p. 135) : partis de Marseille à 11h du matin, par train spécial, les congressistes arrivaient à l'usine vers 2h30m et, après une visite détaillée de celle-ci sous la conduite de plusieurs ingénieurs, ils repartaient pour Marseille vers 5h. Le mardi, visite du poste de transformation d'Allauch, également décrit dans notre numéro du 30 août (p. 147), puis de l'usine de Saint-Giniez des Tramways de Marseille. Le lendemain, visite de l'usine du cap Pinède, de la Compagnie d'Électricité de Marseille, à laquelle les congressistes furent conduits dans des remorqueurs mis gracieusement à leur disposition par la Chambre de Commerce de Marseille, ce qui leur permit de faire en même temps une agréable promenade, à l'aller, à travers les nouveaux bassins, au retour, dans la rade, sans compter la visite du pont à transbordeur établi à l'entrée du Port-Vieux. Le vendredi, les congressistes étaient conviés à la visite de l'usine d'Arenc, de la Compagnie du Gaz et de l'Électricité de Marseille. Nous décrirons dans un prochain numéro ces usines de Saint-Giniez, du cap Pinède et d'Arenc, où les congressistes ont pu voir une grande variété de moteurs thermiques, d'alternateurs et d'appareils de distribution : moteurs à pistons dans la partie ancienne de l'usine de Saint-Giniez; turbines Curtis dans l'usine d'Arenc et l'annexe nouvelle de Saint-Giniez; turbines Parsons dans l'usine du cap Pinède; condenseur à mélange Leblanc-Westinghouse à l'usine de Saint-Giniez; condenseurs à surface, avec refroidissement par l'eau de mer au cap Pinède, avec tours de réfrigération à Arenc; interrupteurs à distance système Thomson-Houston ou système Brown-Boveri, etc.

Ces usines étaient d'ailleurs décrites dans la brochure spéciale publiée par nos soins et qui fut distribuée aux membres du Congrès. Plusieurs de ceux-ci ont bien voulu nous dire que cette brochure leur avait été de la plus grande utilité pour suivre avec fruit ces nombreuses visites; nous espérons que ce n'est pas par pure complaisance.

La journée du dimanche 20 septembre fut consacrée à une *excursion en Camargue* qui comportait la visite des salins de la Compagnie Pechiney et de la fabrique de carbonate de sodium de la Compagnie Solvay. Inutile de dire que, si l'on a pu voir les salins, on n'a pas visité la fabrique. Cette entorse au programme fut très spirituellement signalée par M. Cordier, commissaire général de l'Exposition, et M. Mailloux, délégué de l'American Institute of electrical Engineers de New-York, dans les toasts qui suivirent le déjeuner offert aux congressistes par les Compagnies Pechiney et Solvay. Inutile donc d'y insister, vu que c'est une règle générale de ne montrer que l'extérieur des usines de produits chimiques et qu'en la circonstance les Compagnie Pechiney et Solvay ont su très agréablement compenser la déconvenue de quelques congressistes par l'excellence et l'abondance des mets et des vins du déjeuner qu'elles offraient. Ajoutons que cette excursion, favorisée par un temps splendide, a été égayée par la ferrade d'une manade de taureaux, opération qui consiste à marquer d'un signe indélébile les taureaux de courses appartenant à un même propriétaire; autrefois on marquait le taureau au fer rouge, d'où le nom de *ferrade;* aujourd'hui on se borne à lui couper l'oreille d'une façon



qui varie suivant la manade à laquelle il appartient. Mais, pour lui couper l'oreille, il faut capturer le taureau, ce qui n'est pas chose facile et ce qui exige une équipe de cavaliers fort habiles. Aussi une ferrade constitue-t-elle un sport auquel tient à assister toute la population environnante.

Celle-ci n'a pas manqué de se rendre à la ferrade organisée en l'honneur des congressistes, bien que le secret en ait été gardé le mieux possible, afin d'éviter une trop grande affluence, et les congressistes ont pu ainsi se rendre compte des mœurs locales que beaucoup ignoraient. Disons aussi que l'excursion comportait la visite d'une ferme modèle de la Camargue, propriété de M. Vautier, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Lyon, qui préluda à la dislocation des congressistes en offrant à ceux-ci un copieux lunch où les vins du pays rivalisaient avec ceux de Champagne.

Tout Congrès comporte nécessairement des *réceptions*. Outre le déjeuner et le lunch dont il vient d'être question, nous devons encore mentionner le banquet offert par les commissaires généraux de l'Exposition à l'issue de la séance d'inauguration, les lunchs préparés à l'intention des congressistes dans les usines visitées, le banquet par souscription qui eut lieu le jeudi. La municipalité, pour des raisons que nous ignorons, ne se décida qu'au dernier moment à reconnaître la présence des congressistes; le samedi elle mit à leur disposition quelques places au théâtre. L'invitation ayant été tardive, le programme du Congrès indiquant que le départ pour la Camargue devait avoir lieu le lendemain à 6^h du matin, peu de congressistes en profitèrent. Étant des quelques-uns qui assistèrent à la représentation, qui fut d'ailleurs très réussie, nous manquerions de courtoisie en n'associant pas la municipalité marseillaise aux noms de tous ceux qui ont tenu à entrecouper de distractions les travaux techniques.

Plusieurs *conférences* étaient portées au programme du Congrès. La première est due à M. A. Janet, ancien ingénieur de la Marine, qui fit, d'une façon fort humoristique, le récit d'une excursion dans les pittoresques gorges du Verdon, affluent de la Durance sur lequel doit être établie une usine génératrice; des projections très intéressantes permettaient aux auditeurs de jouir de la beauté des sites parcourus par l'orateur.

Dans la seconde, M. Abraham exposa le fonctionnement de son rhéographe et décrivit ses applications. M. Belin devait venir faire, le jeudi, une conférence sur la Téléphotographie, mais au dernier moment il se récusa par dépêche. Le lendemain, une conférence sur la Télégraphie et la Téléphonie sans fil fut faite par M. de Lezinier.

Il nous faudrait encore parler des *séances de Sections*. Nous ne pouvons le faire, car il nous faudrait, pour la compréhension des discussions qui eurent lieu en séance, donner en même temps le résumé des rapports discutés, ce à quoi ne suffiraient pas plusieurs numéros de ce journal; les membres du Congrès trouveront d'ailleurs le compte rendu complet de ces discussions dans les volumes qui seront bientôt publiés par les soins de notre collaborateur et ami H. Armagnat, rapporteur général du Congrès.

Il ne nous reste plus qu'à féliciter les organisateurs du Congrès et à les remercier de la peine et du temps qu'ils ont dépensés sans compter. C'est là une tâche agréable; elle est toutefois délicate, car en citant des noms nous risquons d'en omettre quelques-uns. Nous ne pouvons toutefois ne pas citer : M. Cordier et M. Dubbs, commissaires généraux de l'Exposition; M. Paul Janet, premier vice-président du Congrès; M. H. Armagnat, rapporteur général; M. Durangel, secrétaire général, qui ont assumé les soucis de l'organisation matérielle et à qui les congressistes doivent tout particulièrement leurs remercîments et leurs félicitations.

Ajoutons que leurs efforts porteront au delà du Congrès de Marseille. Il a été en effet décidé qu'une Commission provisoire serait chargée d'organiser des congrès internationaux périodiques. Où et quand aura lieu le prochain de ces congrès? C'est ce qu'on ne saurait dire actuellement, le choix du lieu et de la date étant réservé à une Commission internationale. Notons toutefois que M. Camichel, professeur de Physique à l'Université de Toulouse, a appelé l'attention des congressistes sur le choix de la région toulousaine. Il semble cependant peu probable que le prochain Congrès international puisse avoir lieu en France; mais rien ne s'opposerait à ce que Toulouse fût le siège d'un Congrès national, comme les *conventions* ou les *meetings* des Américains et des Anglais, ou d'un nouveau Congrès de la Houille blanche analogue à celui qui eut lieu à Grenoble en 1902. Retenons donc la proposition de M. Camichel.

J. BLONDIN.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

DIX-HUITIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE **1908**.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
8° Le Rapport de M. Guieysse, sur les retraites ouvrières;
9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;
13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Rapport au Président de la République suivi du décret relatif au classement des industries et commerces en catégories professionnelles pour la Chambre de Commerce de Paris et fixant la composition de cette Chambre, p. 243.

Décret relatif à la protection temporaire de la propriété industrielle dans les expositions organisées en France avec l'autorisation de l'Administration ou avec son patronage, p. 244.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. — — Décret modifiant le décret du 15 juillet 1893 (travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels), p. 245.

Jurisprudence, Contentieux. — Arrêt de la Cour de cassation du 28 mars 1908, p. 246 (¹).

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 246. — Tableau des cours du cuivre, p. 246.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92**.

DIX-HUITIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE **1908**.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 1ᵉʳ septembre 1908.

Membres actifs.

MM.

FRANCK (Max), Ingénieur, 3, rue Bergère, à Paris, présenté par MM. Chaussenot et Fontaine.

WILHELM (Henri), directeur de la Société toulousaine d'Électricité, 10, quai Saint-Pierre, à Toulouse (Haute-Garonne), présenté par MM. Baux et Brylinski.

Membres correspondants.

MM.

COULOMB (Albert-Laurent), Électricien, 83, rue Myrrha, à Paris, présenté par MM. Mouttet et Fontaine.

FOIRIER (Georges), Entrepreneur d'installations électriques, 7, rue Pierre-Haret, à Paris, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

PINARD (Henri), Électricien, 29, faubourg de Nantes, à Rennes (Ille-et-Vilaine), présenté par MM. Lacôme et Fontaine.

ROYER (Louis), Électricien, rue des Suisses, à Paris, présenté par MM. Pasquier et Wolff.

SALLOT (Paul), Électricien, 27, rue Jeanne-d'Arc, à Compiègne, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

(¹) Cet arrêt, sur lequel nous attirons particulièrement l'attention de nos adhérents, a trait à l'application des décrets du 10 août 1899, relatifs aux conditions du travail dans les marchés passés au nom de l'État.



Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

31° Modèle type de bulletin de commande de compteurs.

32° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905 (la question du gaz à Paris).

33° Compte rendu *in extenso* de la séance du Sénat du 14 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

34° Compte rendu *in extenso* des séances du Conseil municipal des 15 et 31 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

35° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques (affiches).

36° Loi des distributions d'énergie électrique, 15 juin 1906. (Brochure.)

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Décret complétant le Tableau B annexé au décret du 13 mai 1893 relatif à l'emploi des enfants, filles mineures et femmes aux travaux dangereux ou insalubres, p. 246. — Convocation d'Assemblée générale, p. 246. — Nouvelles Sociétés, p. 246. — Demandes d'emploi, *voir* aux annonces, p. V.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Usine génératrice à vapeur d'Arles. — Cette usine est destinée à servir de secours à l'usine hydraulique de la Brillanne, soit pour l'alimentation des lignes du réseau de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen aux tensions de 13500 volts et 50000 volts et à la fréquence 25 p:s, soit pour l'alimentation des lignes du réseau du Sud-Électrique à qui l'énergie est fournie, au poste de Saint-Victor, à 3^{km} d'Arles, sous forme de courants triphasés sous la tension de 13500 volts, mais à la fréquence 50 p:s. Cette usine doit donc produire à la fois des courants triphasés aux deux fréquences 25 et 50 p:s, les premiers sous deux tensions, les seconds sous une seule tension; dans ce but elle est pourvue d'alternateurs donnant directement 13500 volts, les uns avec 50 p:s, les autres avec 25 p:s. Une station de transformation annexée à l'usine renferme des transformateurs statiques élevant au besoin à 50000 volts la tension des courants produits par les alternateurs, ainsi que des transformateurs de fréquence convertissant en courants à 50 p:s les courants de 25 p:s ou inversement, qui permettent de faire passer la charge d'un alternateur quelconque sur un autre également quelconque.

Fig. 1. — Usine d'Arles. Vue extérieure de l'usine et des tours de refroidissement.

La figure 1 donne une vue extérieure de l'usine,



ainsi que des tours de réfrigération de l'eau de condensation; les figures 2 à 4 donnent un plan, une coupe longitudinale et une coupe transversale de l'usine génératrice (les transformateurs statiques

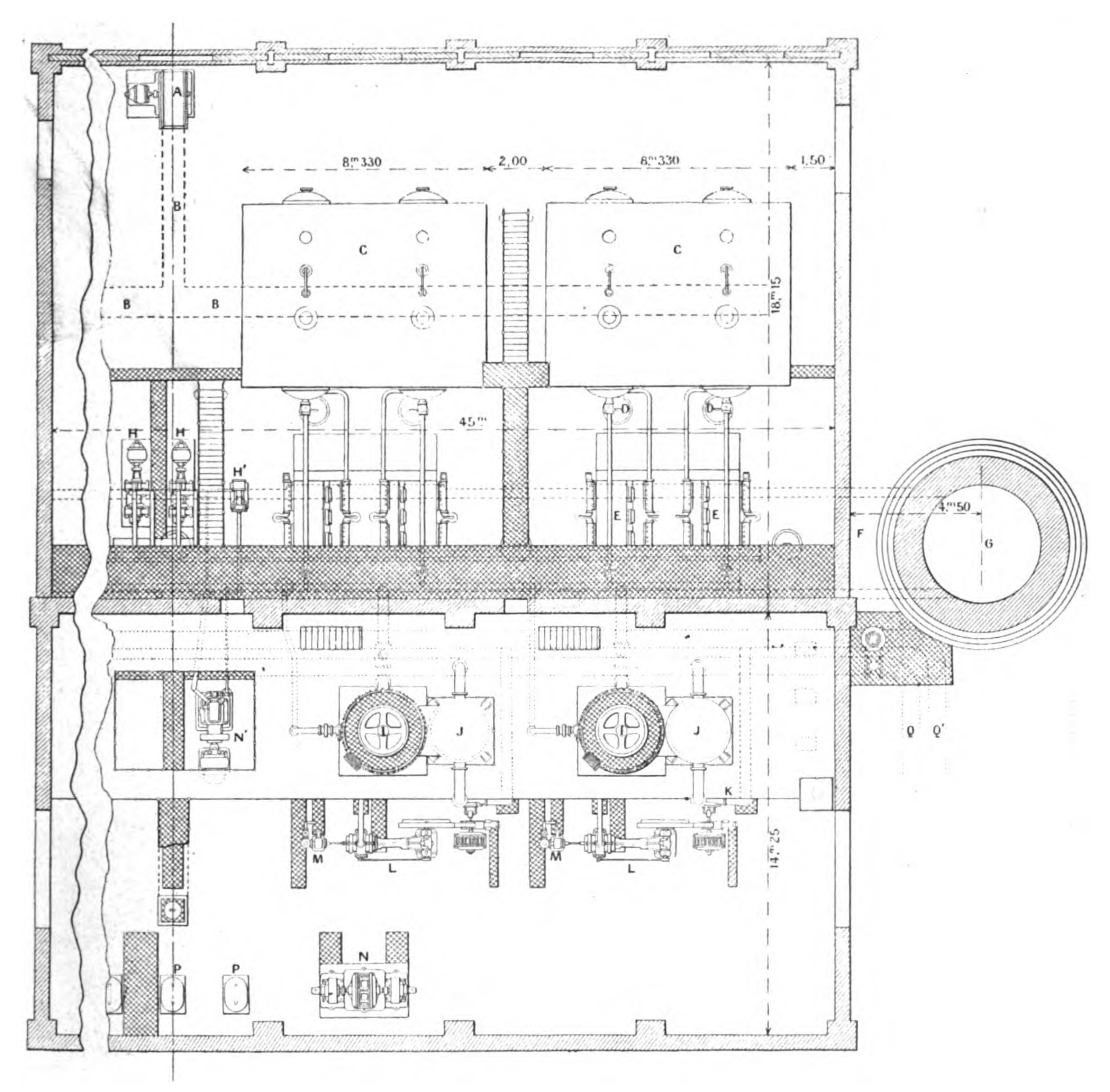


Fig. 2. — Vue en plan de l'usine d'Arles.

A, Ventilateur de soufflage; B, Carneaux de soufflage; C, Chaudières; D, Puits de visite des carneaux; E, Économiseurs; F, Carneaux de fumée; G, Cheminée; H, Pompes d'alimentation à commande électrique; H', Pompe d'alimentation à moteur à vapeur; I, Turbo-alternateurs; J, Condenseurs; K, Pompe rotative de circulation; L, Pompe à air; M, Pompe à eau condensée; N, Groupe d'excitation à commande électrique; N', Groupe d'excitation à moteur à vapeur; P, Transformateurs de service; QQ', Canaux d'amenée et de sortie de l'eau de circulation.

et rotatifs se trouvant dans un bâtiment spécial construit en annexe de l'usine); la figure 5 montre les turbo-alternateurs au pied desquels se trouvent les pompes; enfin la figure 6 indique le schéma

des connexions des diverses machines génératrices ou transformatrices.

SALLE DES CHAUDIÈRES. — Ainsi que le montrent les figures 2 et 3, la chaufferie est contiguë à la salle des machines. Elle mesure 45m de long sur 15m,15 de large et renferme 4 groupes de deux chaudières Babcock et Wilcox, huit économiseurs Green, trois pompes d'alimentation et un ventilateur.

Le ventilateur A (*fig.* 2) a pour but d'envoyer, par les carneaux B, de l'air sous les grilles des chaudières C pour activer la vaporisation au moment des pointes.

Les chaudières ont une surface de grille de 6m²,50 et une surface de chauffe de 265m² chacune; elles sont munies de surchauffeurs de 85m² de surface de chauffe. Chacune de ces chaudières peut, en marche normale, fournir par heure 4000kg de vapeur surchauffée à 300° C.

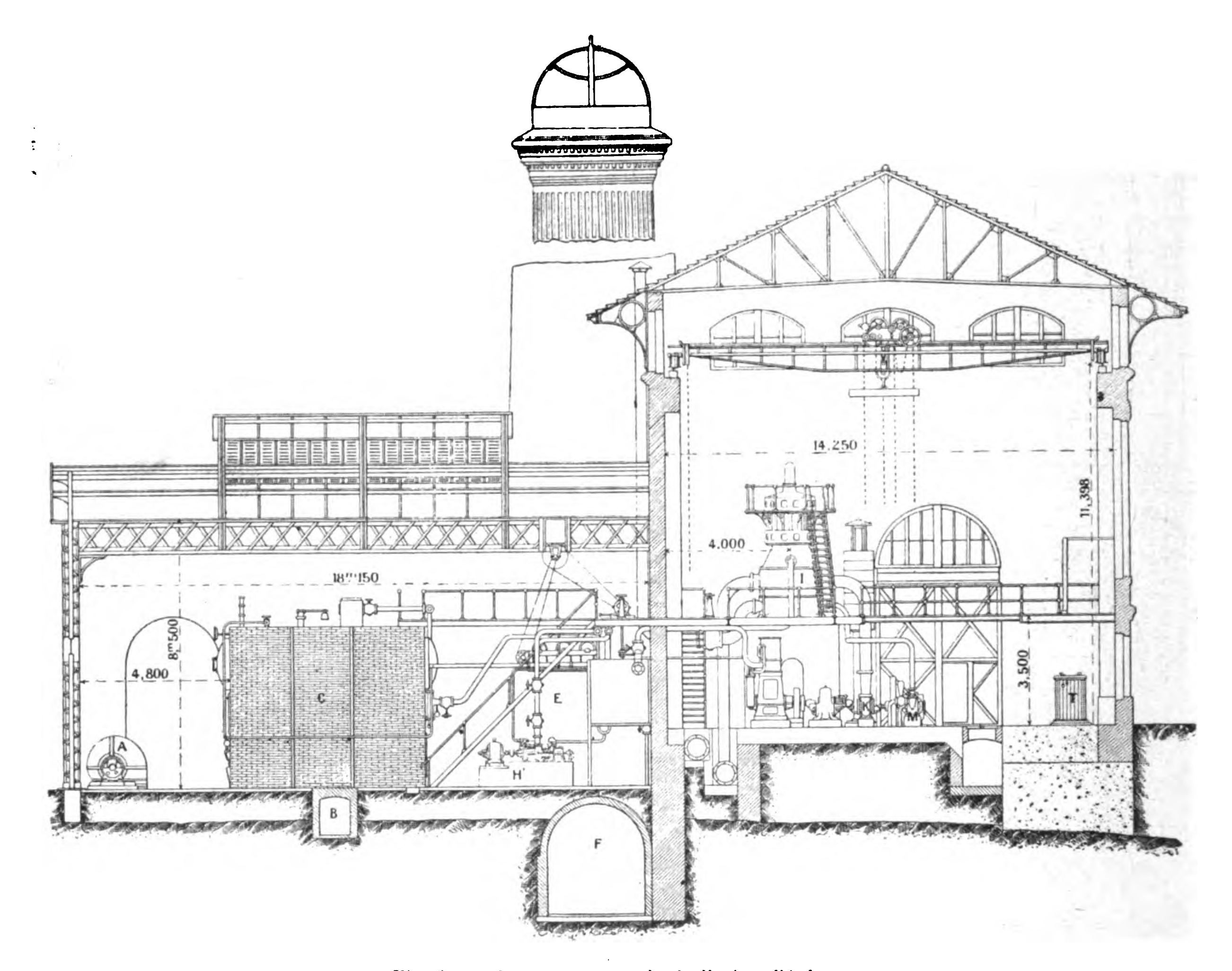


Fig. 3. — Coupe transversale de l'usine d'Arles.

environ sous la pression de 13 kg:cm²; par le soufflage cette production est portée à 4600kg. Une canalisation en boucle reçoit la vapeur des huit chaudières et la distribue aux turbines; une disposition convenable des valves permet l'alimentation d'une quelconque des turbines par l'un quelconque des groupes de chaudières.

L'eau d'alimentation est envoyée aux chaudières sous une pression de 13 à 15 kg:cm² par les pompes H du type turbine commandées par des moteurs électriques de 50 chevaux desservis par une canalisation à 125 volts; leur débit est de 50m³ à l'heure. Exceptionnellement l'alimentation peut se faire par la pompe alimentaire H' commandée par un moteur à vapeur et donnant 30m³ à l'heure. Les économiseurs E, comprenant chacun 96 tubes, portent l'eau d'alimentation à une température voisine de 90°.

SALLE DES MACHINES. — Cette salle, de 45m de long sur 14m,50 de large, est prévue pour contenir quatre groupes turbo-alternateurs de 1000 kilowatts. Trois

seulement de ces groupes sont actuellement installés; les deux situés dans la partie de la salle représentée à droite des figures 2 et 4 fournissent des courants triphasés sous 13500 volts à la fréquence 50 p:s; le troisième, situé à l'extrémité gauche de la salle, donne des courants à la fréquence 25 p:s; la fréquence des courants que fournira le quatrième groupe n'est pas encore déterminée : elle sera de 25 ou de 50 p:s suivant les besoins.

La salle des machines renferme, en outre des groupes électrogènes principaux, les groupes d'excitation, le tableau général de l'usine génératrice et de la station de transformation située à côté et quelques transformateurs abaisseurs de tension pour les services de l'usine.

Groupes générateurs. — Les turbo-alternateurs I (*fig.* 2 à 4) fournis par la Compagnie Thomson-Houston, ainsi d'ailleurs que tout l'équipement électrique de l'usine, sont à axe vertical.

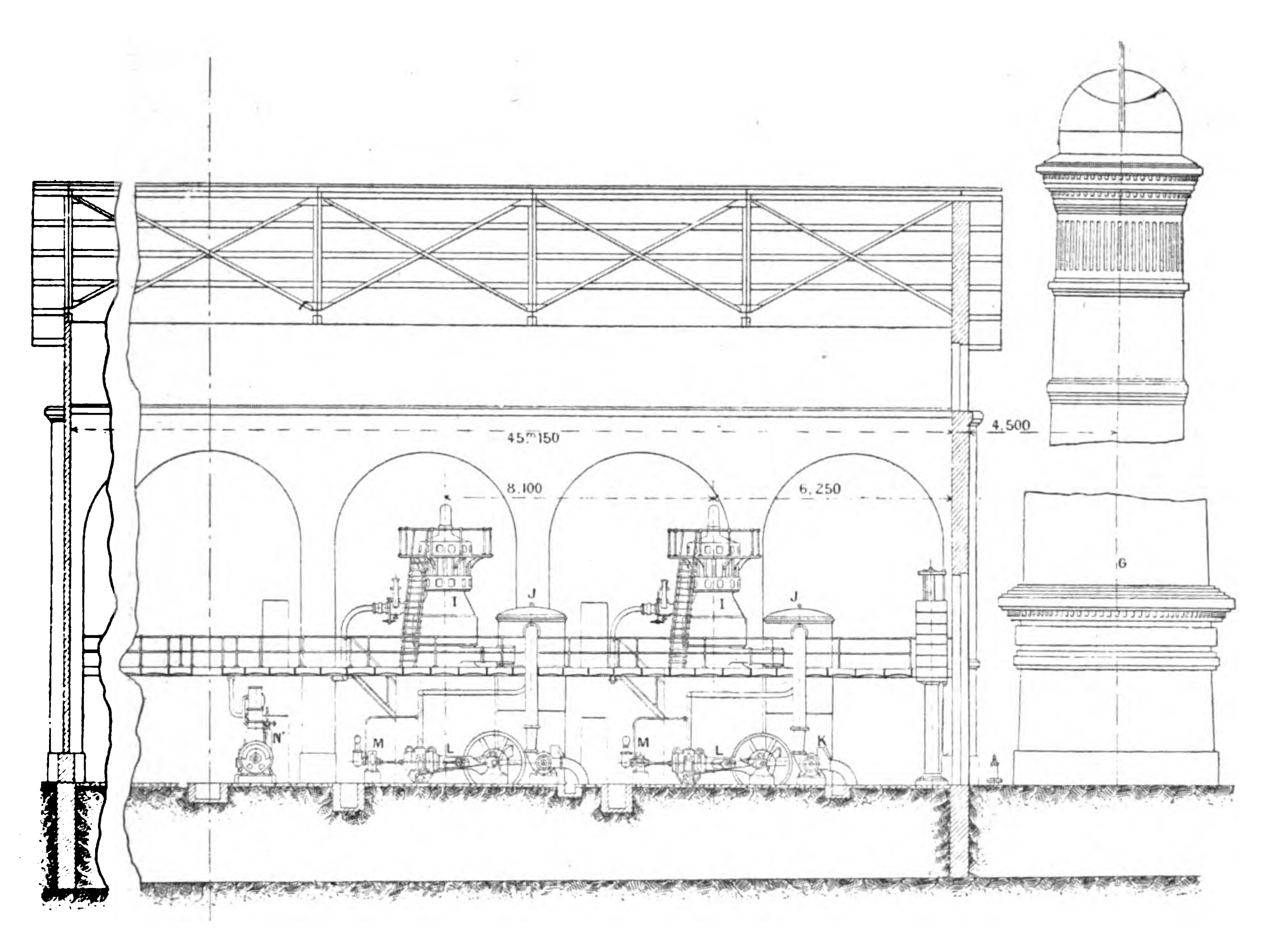


Fig. 4. — Coupe longitudinale de l'usine d'Arles.

Les turbines, du type Curtis, donnent 1500 chevaux à la vitesse angulaire de 7500 t : m, la vapeur étant admise à la température de 296° C. environ et à la pression de 12 kg : cm². Le graissage des pivots et des paliers ainsi que le fonctionnement des servomoteurs des régulateurs de vitesse sont assurés par deux pompes à huile à commande électrique refoulant 100l d'huile à l'heure sous la pression de 50 kg : cm² dans un accumulateur avec réservoir d'air pouvant débiter 300l à l'heure sous la même pression et dans lequel l'air est comprimé par un compresseur à commande électrique.

Les alternateurs ont une puissance normale de 300 kilowatts; ils sont enroulés pour donner directement une tension de 13500 volts à la vitesse angulaire de 750 t : m.

Les condenseurs, à surface, sont placés à côté des turbo-alternateurs. La surface de refroidissement de chacun d'eux est de 1000m². L'eau de refroidissement est envoyée dans chaque condenseur par une pompe de

6..

circulation rotative K mue par un moteur électrique de 100 chevaux à courants alternatifs, 220 volts, 25 p : s. Cette pompe, capable de débiter 1500$^{m^3}$ à l'heure à la vitesse angulaire de 750 t : m, puise l'eau dans un

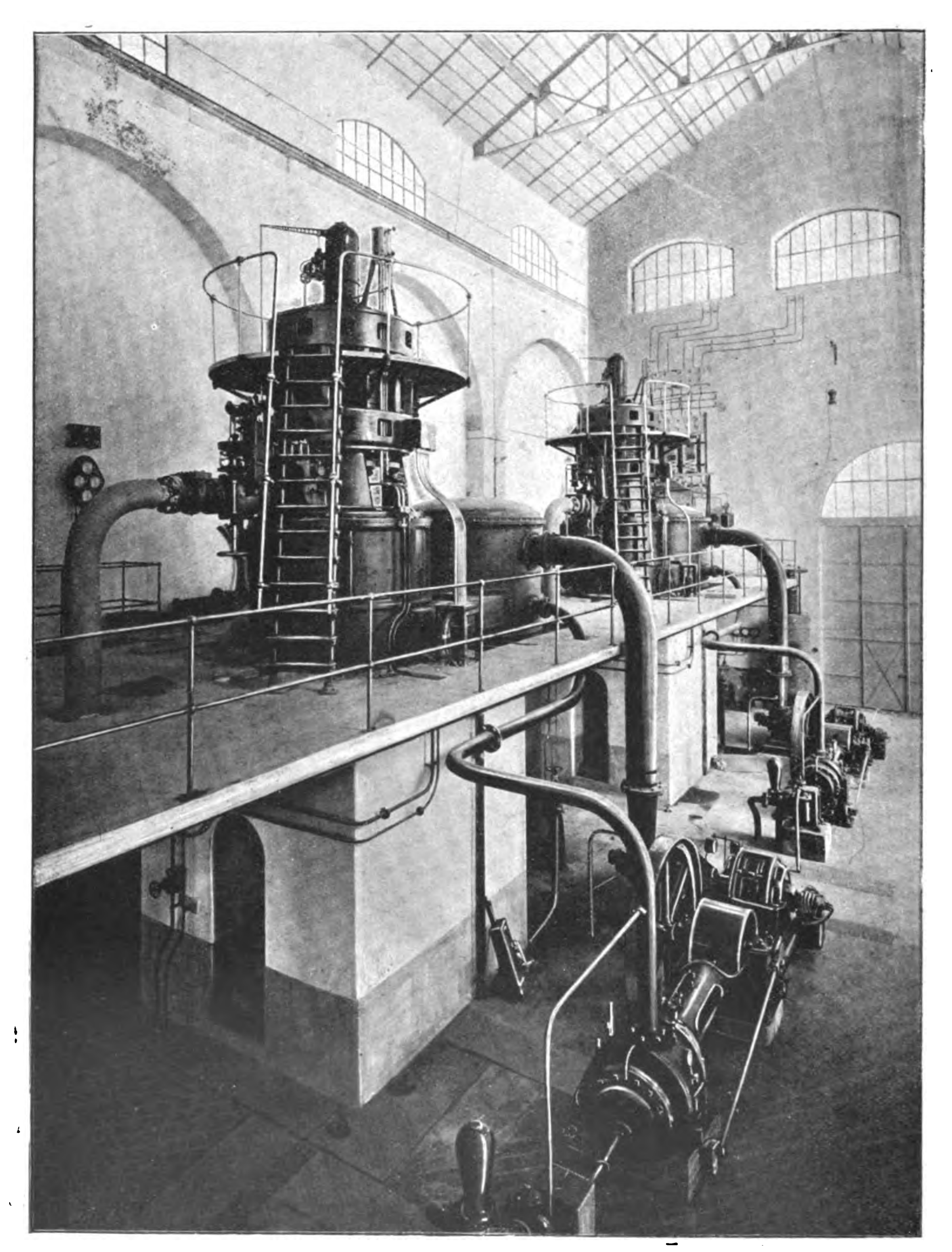


Fig. 5. — Vue des turbo-alternateurs de l'usine d'Arles.

canal Q venant des tours de refroidissement; un canal Q′ conduit à ces mêmes tours l'eau sortant des condenseurs. Ces tours, situées près de l'usine (*fig.* 1), occupent une surface de 390$^{m^2}$ et ont une hauteur totale de 24^{m}. L'installation de condensation est complétée par une pompe à air L (*fig.* 2 à 4) et une

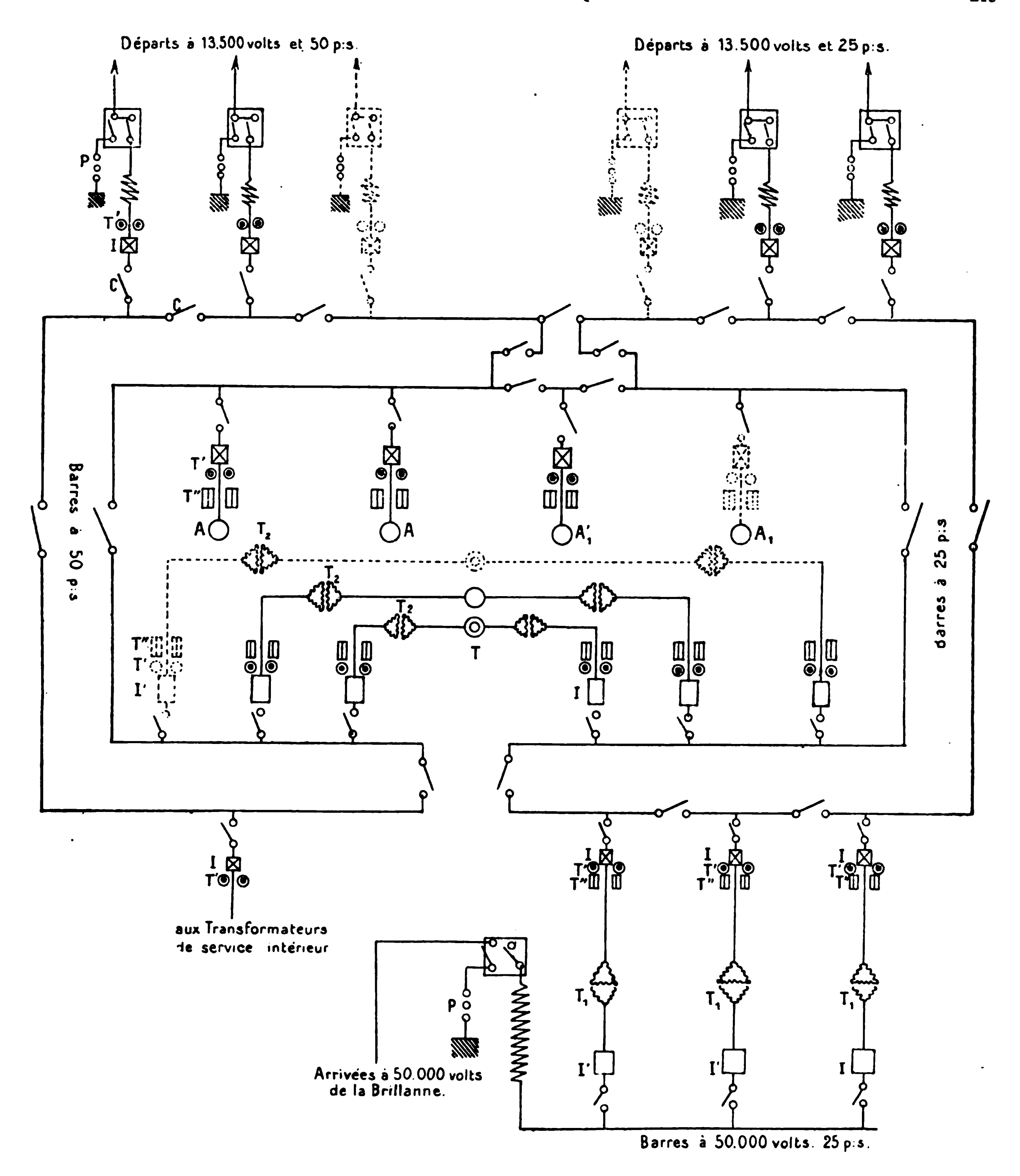


Fig. 6. — Schéma des circuits de l'usine d'Arles.

A, Alternateurs à 13500 volts, 50 p : s ; A_1, Alternateur à 13500 volts, 25 p : s ; A'_1, Alternateur éventuel, 25 ou 50 p : s, des couteaux permettant de le relier aux barres à 25 p : s ou aux barres à 50 p : s ; I, Interrupteurs à huile automatiques ; I', Interrupteurs non automatiques ; P, Parafoudres ; T, Transformateurs rotatifs de fréquence ; T_1, Transformateurs statiques, 50000 à 13500 volts ; T_2, Transformateurs statiques, 13500 à 5500 volts ; T', Transformateurs de courants ; T'', Transformateurs de potentiel.

pompe à eau condensée M mues par un moteur de 30 chevaux, 220 volts, 25 p : s, avec enrouleur Leneveu; l'eau condensée est envoyée par la pompe M dans une bâche d'où elle est puisée par les pompes d'alimentation des chaudières.

Groupes d'excitation. — Le courant d'excitation est normalement fourni par le groupe N constitué par un moteur asynchrone de 250 chevaux, 750 t : m, 220 volts, 25 p : s, et par 2 dynamos de 100 kilowatts, 125 volts. Un groupe à vapeur N' peut être utilisé en cas de besoin. Une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 315 ampères-heure pour une décharge en 3 heures complète l'installation.

Transformateurs de services. — Ces transformateurs P, actuellement au nombre de 3, ont chacun une puissance de 175 kilowatts. Ils sont alimentés par des courants à 13500 volts, 25 p : s, dont ils abaissent la tension à 220 volts. Une borne placée au milieu de leur enroulement secondaire permet d'alimenter un circuit à 110 volts servant au démarrage des moteurs à 220 volts et assurant le fonctionnement de quelques appareils accessoires fonctionnant normalement à 110 volts.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution, qui commande les connexions de l'usine et de la station de transformation qui lui est annexée, comprend les panneaux suivants : 1 panneau d'excitation; 1 panneau pour les services intérieurs à courant continu; 1 panneau pour les services intérieurs à courant alternatif; 3 panneaux d'alternateurs; 1 panneau à haute tension (13500 volts) pour les transformateurs de services intérieurs; 4 panneaux pour lignes de départ à 13500 volts; 2 panneaux pour les groupes de transformateurs abaissant de 50000 à 13500 volts les courants venant de l'usine hydraulique de la Brillanne; 4 panneaux pour les deux transformateurs de fréquence de la station de transformation; enfin 1 panneau pour l'arrivée des lignes aériennes à 50000 volts.

Il serait trop long d'entrer dans le détail des divers appareils que comportent ces tableaux. Indiquons seulement les appareils qui correspondent à chacun des panneaux d'alternateurs. Ce sont : 6 interrupteurs à couteaux pour 13500 volts; 1 interrupteur tripolaire à huile, type H, commandé à distance; 1 commutateur de commande de cet interrupteur avec lampes indicatrices; 1 relai de déclenchement à action différée; 2 transformateurs de courants; 2 transformateurs de potentiel avec fusibles; 1 plot de synchronisation; 1 voltmètre à 20000 volts; 1 ampèremètre; 1 indicateur de facteur de puissance; 1 compteur triphasé à induction; 1 rhéostat de champ commandé à distance avec interrupteur de champ et résistance de décharge; 1 interrupteur à double direction pour la commande à distance de la vitesse angulaire de la turbine.

La figure 6 indique le schéma des circuits commandés par le tableau; on y voit deux séries de trois barres en boucles dont la partie droite est à 25 p : s et la partie gauche à 50 p : s; une série de couteaux permettra de relier le quatrième alternateur à l'une ou à l'autre des deux parties suivant la fréquence qui sera choisie pour cet alternateur.

BATIMENT DES TRANSFORMATEURS. — La station de transformation, construite comme nous l'avons dit en annexe de l'usine, renferme des transformateurs statiques de tension et des transformateurs rotatifs de fréquence.

Transformateurs statiques. — Trois groupes de trois transformateurs monophasés de 750 kilowatts ramènent à 13500 volts la tension de 50000 volts des courants venant de l'usine de la Brillanne. Les circuits à 13500 volts de ces transformateurs sont connectés aux barres omnibus sur lesquelles aboutissent également les conducteurs du turbo-alternateur à 25 p : s et des alternateurs à 25 p : s des convertisseurs de fréquence.

Transformateurs de fréquence. — Ceux-ci, actuellement au nombre de deux, sont constitués chacun par : un groupe de 3 transformateurs statiques abaissant de 13500 à 5500 volts la tension des courants à 25 p : s; un moteur synchrone triphasé à 25 p : s de 500 kilowatts tournant à 500 t : m; un alternateur à 50 p : s calé sur l'arbre du moteur et ayant la même puissance que celui-ci; un groupe de 3 transformateurs statiques élevant de 5500 à 13500 volts la tension des courants à 50 p : s fournis par l'alternateur; un moteur à courant continu 30 kilowatts, 125 volts, placé en bout d'arbre du groupe moteur-alternateur et servant au démarrage et à la mise en synchronisme de celui-ci.

Tableau de distribution. — La station comprend en outre un tableau de distribution pour les moteurs synchrones et les alternateurs; il a une composition analogue à celle de la partie du tableau principal, à cela près que l'appareillage est établi pour 5500 volts au lieu de l'être pour 13500 volts.

SOUS-STATIONS DE TRANSFORMATION.

Sous-stations et postes de transformation du Sud-Électrique. — Pour desservir son réseau, le Sud-Électrique a établi un assez grand nombre de sous-stations et postes de transformation dont le matériel a été fourni par la Société d'Électricité Alioth et par la Compagnie française Thomson-Houston : les sous-stations, placées dans le voisinage des villes importantes, abaissent la tension des courants de 13500 à 5000 volts; d'autres, situées à l'intérieur de ces villes, servent à transformer le courant à 5500 volts en courant continu à 2 × 110 volts; dans les postes, la tension est abaissée de 13500 à 500 ou 120 volts.

SOUS-STATION D'AVIGNON. — Nous prendrons comme type de sous-station la sous-station d'Avignon, que nous avons eu l'occasion de visiter. La figure 1 en donne l'aspect extérieur (1); la figure 2, la vue des tableaux à haute tension placés dans la galerie du premier étage; la figure 3, la vue des tableaux à 5000 volts disposés au rez-de-chaussée; la figure 4 montre les niches de trans-

(1) En arrière-plan on voit la cheminée de l'ancienne usine à vapeur alimentant autrefois le réseau de traction d'Avignon, usine utilisée aujourd'hui comme usine de secours.



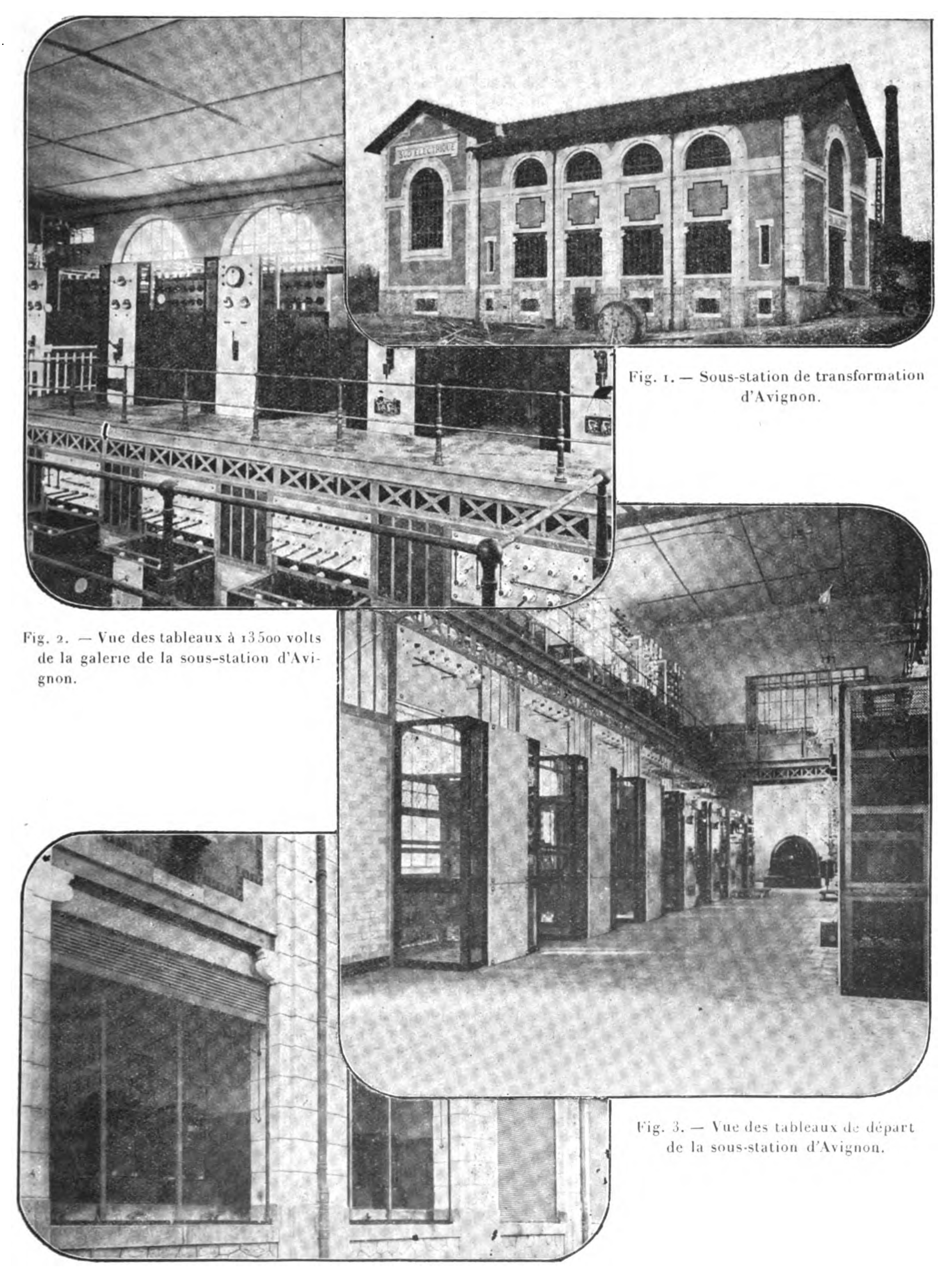


Fig. 1. — Sous-station de transformation d'Avignon.

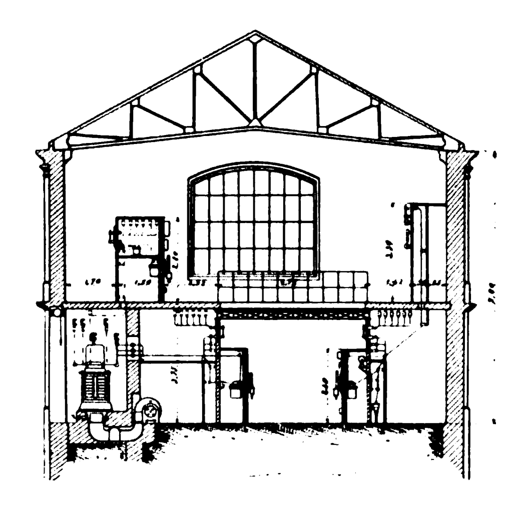
Fig. 2. — Vue des tableaux à 13500 volts de la galerie de la sous-station d'Avignon.

Fig. 3. — Vue des tableaux de départ de la sous-station d'Avignon.

Fig. 4. — Vue des niches de transformateurs de la sous-station d'Avignon.

formateurs; les figures 5 et 6 donnent une coupe transversale et un plan.

Comme les autres sous-stations du réseau, elle est alimentée par deux lignes à 13500 volts qui aboutissent dans deux salles carrées figurées en haut du plan de la figure 6 et où se trouvent les parafoudres à rouleaux et les parafoudres à jets d'eau. Deux séries de barres omnibus conduisent les courants aux interrupteurs à



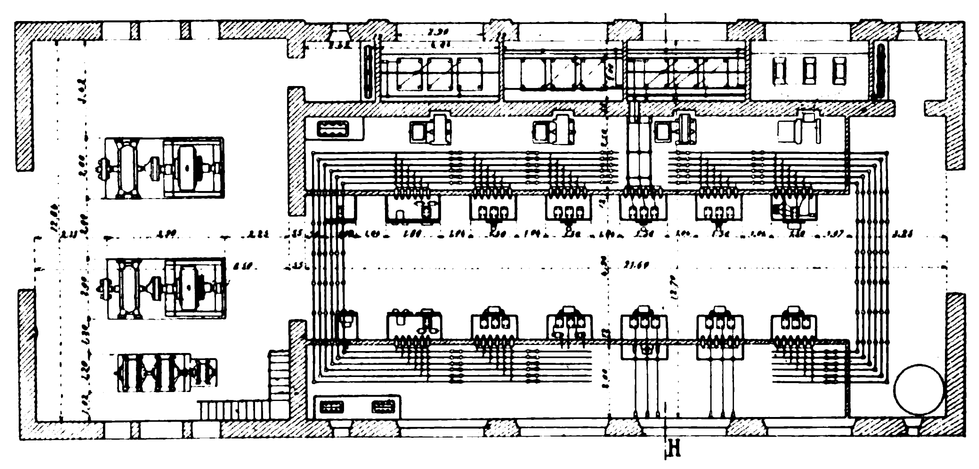


Fig. 5 et 6. — Coupe transversale et plan de la sous-station d'Avignon.

cornes qui permettent le couplage des deux lignes ou envoient le courant dans l'un quelconque des trois groupes de trois transformateurs qui abaissent la tension de 13500 à 5000 volts. Ces groupes de transformateurs sont placés dans des sortes de vitrines en ciment armé dans lesquelles on ne peut pénétrer que par l'extérieur de l'usine, en soulevant les rideaux de fer qui les ferment; un courant d'air produit par des ventilateurs placés à l'intérieur de l'usine refroidit constamment les chambres des transformateurs.

Deux séries de barres omnibus à 5000 volts suspendues au plafond du rez-de chaussée, derrière les tableaux à 5000 volts, font le tour de l'usine. D'un côté (partie supérieure du plan de la figure 6) sont placés les tableaux de commande des interrupteurs des circuits basse tension des transformateurs; de l'autre sont alignés les tableaux des lignes de départ à 5000 volts.

La sous-station comprend en outre une pièce (côté gauche du plan de la figure 6) où se trouvent trois groupes de transformateurs rotatifs, moteur-générateur, alimentant le réseau de traction d'Avignon et les services auxiliaires de la sous-station (éclairage, ventilateurs, commande des interrupteurs).

Poste de transformation de village. — Les figures 7 à 12 montrent diverses coupes et un schéma du montage d'un des deux à trois cents postes de transformation de village disséminés sur le réseau du Sud-Électrique. Ces figures dispensent, nous semble-t-il, de plus amples explications.

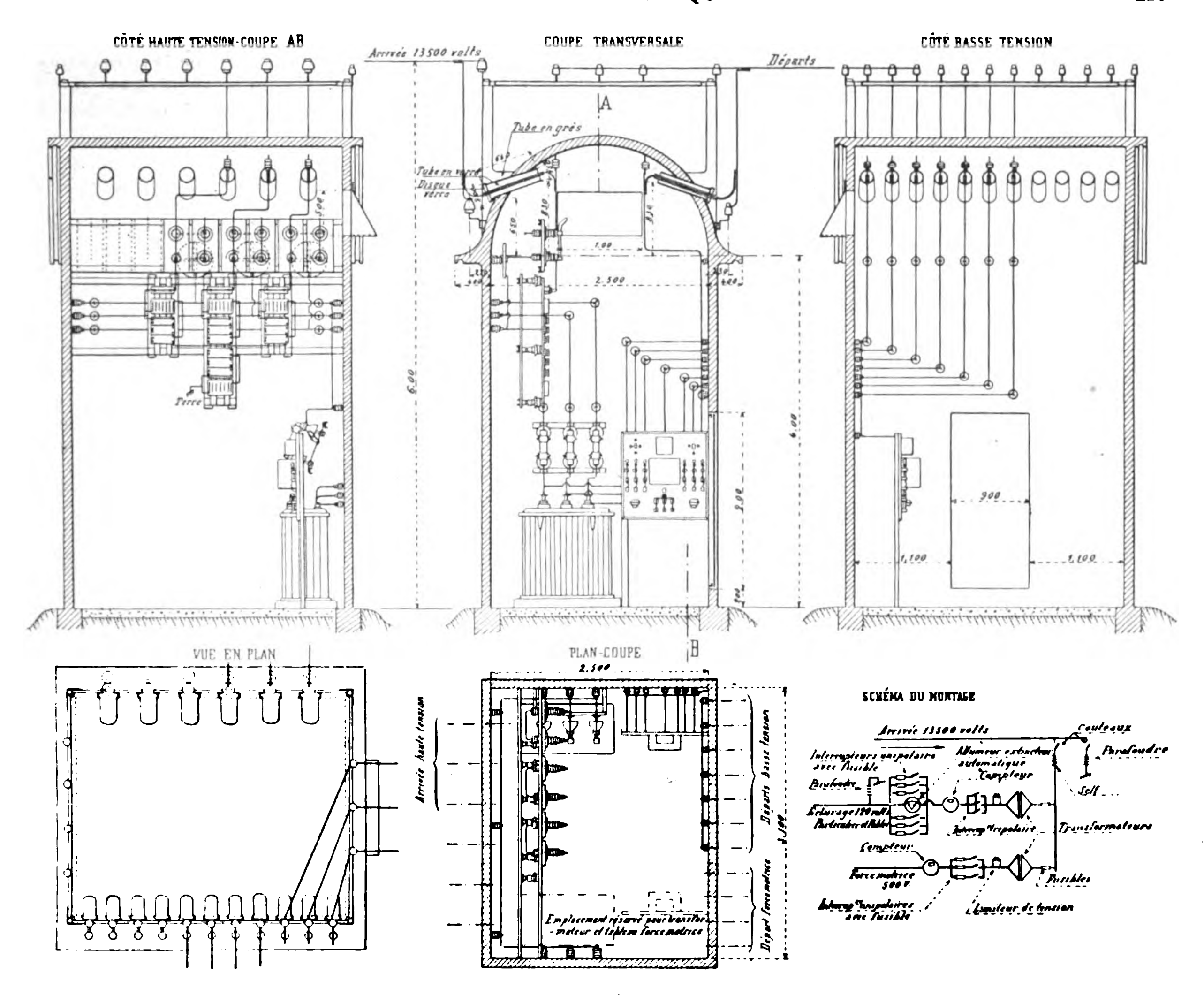


Fig. 7 à 12. — Coupes, élévations, plan et schéma de montage d'une partie de transformateurs de village.

PILES.

Perfectionnements aux piles primaires, par G.-H. NOYAU (Brevet français 383633 du 5 novembre 1907). — Dans les piles qui utilisent comme dépolarisant l'acide nitrique, il se produit un dégagement considérable de produits nitreux. Ce dégagement constitue une perte sèche et empêche la bonne utilisation du dépolarisant qui doit être renouvelé bien avant son épuisement complet en oxygène, en ne laissant qu'un résidu de peu de valeur pratique. En outre, les produits nitreux dégagés sont toxiques.

Dans le dispositif breveté ici, on supprime tout dégagement nitreux et l'on régénère constamment l'acide nitrique. A cet effet, les produits nitreux dégagés sont mis en contact intime avec l'oxygène de l'air et avec l'eau ou le dépolarisant lui-même. L'acide nitrique est ainsi régénéré.

Lorsque le dépolarisant est l'acide nitrique concentré, le dégagement consistant en peroxyde d'azote AzO^2 qui ne peut plus se dissoudre dans le dépolarisant, il est nécessaire d'employer un vase séparé où se produit la régénération. Lorsqu'au contraire l'acide nitrique employé est étendu, il se dégage de l'oxyde azotique AzO et la régénération peut s'effectuer dans l'élément lui-même.

Le premier cas est représenté en figure 1. *a* est le vase renfermant le dépolarisant (en général le vase poreux de la pile); *b* est le vase séparé de régénération. Le vase *a* est hermétiquement clos par un couvercle qui ne laisse passer que le tube de remplissage *d*, la borne *c* du charbon et la tubulure *e* par laquelle le vase *a* est relié au vase *b* au moyen d'un tuyau *f*. Le vase *b* est également fermé à sa partie supérieure, et son couvercle ne laisse passer que la tubulure e^1 d'arrivée des gaz nitreux et le tube g^1 débouchant à l'air

libre et se terminant en entonnoir g_1 à la partie inférieure. Le vase *b* est rempli d'eau jusqu'à 1mm environ du bord inférieur de l'entonnoir. Ce niveau, qui tendrait à monter au fur et à mesure de l'absorption des gaz par l'eau, est maintenu constant par un trop-plein *h*.

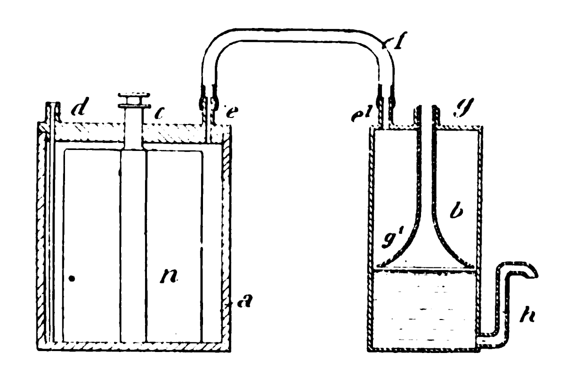


Fig. 1.

Le peroxyde d'azote AzO^2 arrivant au contact de l'eau se transforme partiellement en acide nitrique qui reste en solution et en oxyde azotique AzO qui tend à se dégager à la surface de l'eau au-dessous de l'entonnoir g_1, où il vient en contact avec l'oxygène de l'air atmosphérique. Dans ces conditions, AzO se retransforme en une nouvelle quantité de peroxyde d'azote AzO^2 qui à son tour, en présence de l'eau, redonne la réaction ci-dessus indiquée, de telle sorte qu'en définitive le peroxyde d'azote venant de la pile se transforme intégralement en acide nitrique qui se dissout dans l'eau. Si les gaz dégagés renferment, outre AzO^2, l'oxyde azotique AzO, celui-ci est également transformé, comme il vient d'être indiqué, en acide nitrique. Quand la solution est suffisamment concentrée en acide nitrique, on l'utilise à nouveau dans l'élément comme dépolarisant.

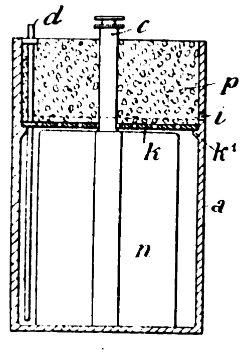


Fig. 2.

Pour augmenter la surface de contact des gaz avec le liquide et l'air, on a intérêt à faire l'entonnoir en matière rugueuse ou à remplir le vase et l'entonnoir de fragments de matériaux poreux (charbon, grès, etc.).

Dans le cas où l'acide nitrique employé est assez étendu et peut, par conséquent, absorber les gaz nitreux, on fait usage des dispositifs représentés en figures 2 et 3.

Le vase *a* renfermant le dépolarisant est percé à quelques centimètres au-dessous du bord supérieur d'un orifice *i* destiné à limiter le niveau du liquide par déversement. Un peu au-dessous de cet orifice est placé un faux-fond perforé *k*, en grès par exemple, reposant sur les saillies k_1. Le haut du vase est rempli au-dessus de la cloison *k* d'une masse *p* de fragments de matière poreuse (grès, coke, etc.) qui trempe ainsi par sa base dans le liquide, tandis qu'elle est à l'air libre à la partie supérieure, soit que le vase *a* soit ouvert par le haut (*fig.* 2), soit que ce vase, fermé par un couvercle *q*, comporte des fenêtres *r* d'accès d'air (*fig.* 3). L'oxyde azotique AzO dégagé de l'élément s'oxyde en AzO^2 en présence de l'oxygène de l'air, et celui-ci à son tour se dissout en acide nitrique dans le dépolarisant qui imprègne la matière *p* et redonne une nouvelle quantité de AzO qui répète les mêmes actions successives.

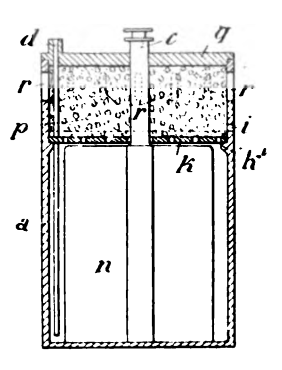


Fig. 3.

L'acide nitrique régénéré, plus dense, retombe peu à peu à travers la masse poreuse dans le liquide dépolarisant, dont il maintient la richesse. L. J.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MOTEURS.

Le moteur monophasé à répulsion Déri à deux paires de balais dont une mobile. Ses applications aux métiers de filatures et aux ascenseurs. — Le moteur Déri, construit par la Société Brown-Boveri et Cie rentre dans la classe des *moteurs à répulsion à deux paires de balais* dont nous avons donné la théorie générale dans *La Revue électrique* (1); son principe a été signalé à cette époque dans *La Revue*.

On sait que, dans le moteur à répulsion ordinaire dont nous reproduisons en figures 1 et 1 *bis* le schéma,

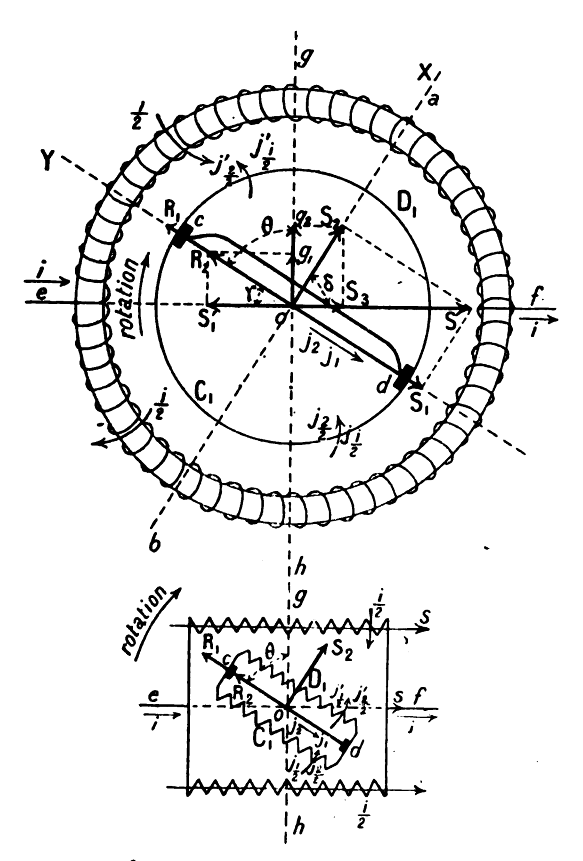


Fig. 1 et 1 *bis*.

on peut obtenir toutes les variations de vitesse et, en particulier, le démarrage, l'arrêt et le changement de sens de rotation, en faisant varier le calage des balais en court-circuit *cd* du rotor, c'est-à-dire l'angle γ qu'ils font avec la direction *ef* du flux statorique ou l'angle complémentaire $\theta = 90° - \gamma$ qu'ils font avec la normale *gh* à ce flux. En même temps que les vitesses varient, les couples varient, mais suivant une autre loi. Les courbes de la figure 2 donnent l'allure de ces variations : N_1 représente la vitesse et C le couple (au démarrage et aussi celui en marche qui est de forme analogue) en fonction de l'angle θ. Pour $\theta = 0$, c'est-à-dire lorsque les balais *cd* sont dans la direction *gh*

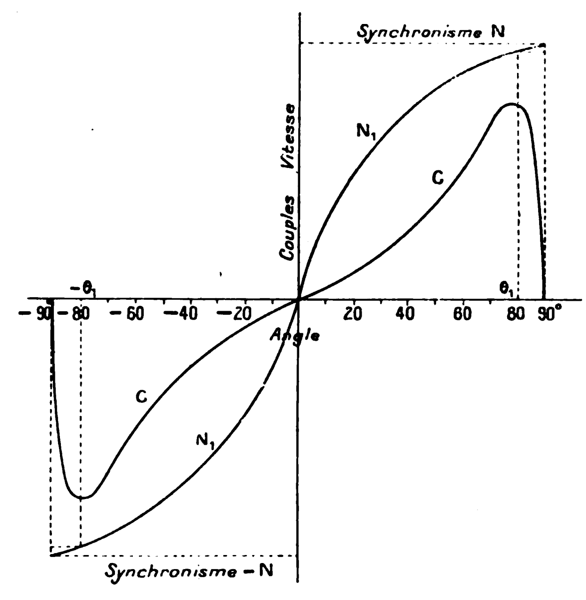


Fig. 2.

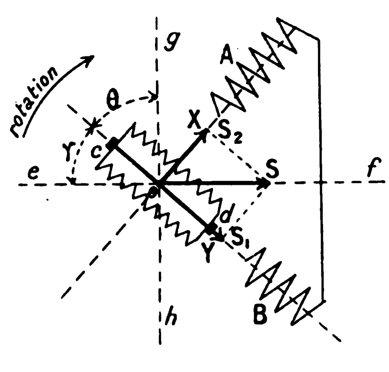


Fig. 3.

perpendiculaire au flux statorique *ef* (ou à la résultante des deux flux statoriques quand le moteur à répulsion

(1) *La Revue électrique*, t. V, p. 257, 294, 321 et 353.

comprend deux bobinages genre biphasé, comme sur le schéma de la figure 3), la vitesse et le couple sont nuls. Suivant qu'on déplace la ligne des balais dans un sens ou dans l'autre par rapport à cette ligne *ef*, c'est-à-dire que θ est positif ou négatif, la rotation se fait dans un sens ou l'autre, ce qui donne le moyen d'obtenir le renversement du sens de marche; la vitesse N_1 et le couple C auront les mêmes valeurs absolues pour des valeurs égales positives et négatives de l'angle θ. Lorsque l'angle θ commence à augmenter, c'est-à-dire que la ligne des balais s'écarte de la normale *gh* au flux statorique,

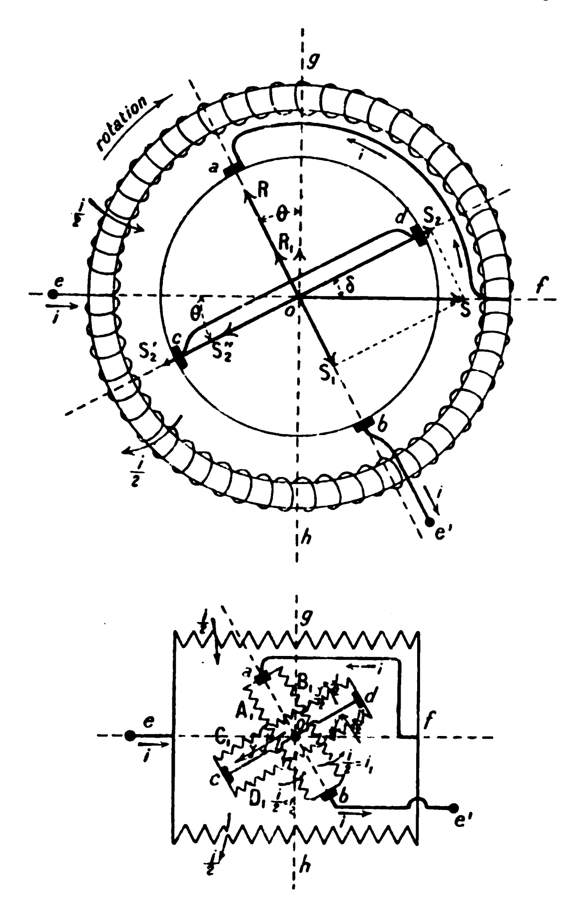


Fig. 4 et 4 *bis*.

la vitesse N_1 augmente assez vite et le couple C assez lentement. Lorsque θ dépasse 45°, c'est-à-dire lorsque la ligne des balais se rapproche de la direction *ef* du flux statorique (qui coïncide avec la ligne d'entrée du courant statorique dans un enroulement également réparti sur l'anneau du stator), la vitesse N_1 augmente moins vite, tandis que le couple C augmente rapidement pour atteindre son maximum vers $\theta = 80°$, point où la vitesse N_1 est proche du synchronisme N. Au delà de $\theta = 80°$, le couple C tombe brusquement pour redevenir nul à $\theta = 90°$, c'est-à-dire lorsque la ligne des balais coïncide avec le flux statorique *ef* (soit $\gamma = o$), point où la vitesse du moteur est en synchronisme, aux fuites magnétiques près, avec celle N du courant [1]. Comme phénomène accessoire important, il est à noter que la commutation, qui est parfaite au synchronisme, excellente au point θ_1 de couple maximum, devient moins bonne à mesure que la vitesse diminue, c'est-à-dire que l'angle θ s'écarte davantage de 90° et devient plus petit.

On obtient des courbes tout à fait semblables si, dans un moteur à répulsion, on remplace la ligne de balais *cd* unique par deux lignes de balais $c_1 d_1$, $c_2 d_2$ (*fig.* 5) également éloignées, d'un angle $\frac{\alpha}{2}$, de l'axe *cd*

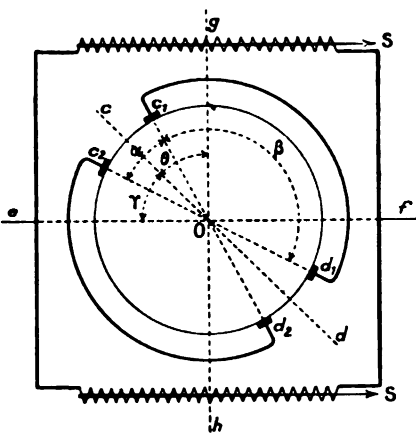


Fig. 5.

où se trouvait la ligne unique primitive (disposition dont M. Latour revendique la propriété pour les moteurs à répulsion compensés) et qu'on fasse varier l'angle θ formé par l'axe *cd* par rapport à la normale *gh* au flux statorique, c'est-à-dire qu'on fasse tourner ensemble les deux lignes de balais $c_1 d_1$ et $c_2 d_2$ maintenues au même écartement α. On pourra, de la sorte, obtenir le démarrage et des variations de vitesse du moteur en faisant passer de *gh* à un angle θ voisin de 80°, non pas les balais eux-mêmes, mais l'axe de symétrie *cd* de ces balais.

Dans un tel moteur, si l'on change l'angle α, c'est-à-dire l'écartement des lignes de balais $c_1 d_1$ et $c_2 d_2$, mais en maintenant fixe leur axe de symétrie *cd*, c'est-à-dire l'angle θ, nous avons expliqué déjà dans *La Revue* que la vitesse ne varie pas sensiblement, que la courbe des couples ne change pas d'allure non plus, mais que la valeur absolue de ces couples se trouve réduite à me-

[1] Dans le moteur dit *à répulsion compensé*, à deux lignes de balais perpendiculaires, genre Latour (schémas des figures 4 et 4 *bis*), le couple C augmente constamment avec le décalage des balais et atteint, toujours aux fuites près, son maximum au moment où la vitesse est celle du synchronisme N, lorsque la ligne des balais *ab* d'*excitation* coïncide avec la direction *ef* du flux statorique (et que la ligne *cd* des balais de court-circuit est cette fois *normale* à *ef*, soit $\gamma = 90°$, au lieu de θ, parce que dans un tel moteur tout est déplacé de 90° dans le rotor, par rapport au moteur à répulsion, ce qui prouve bien qu'il est en réalité complètement différent de ce dernier).

sure que l'écartement α des balais de deux lignes différentes augmente lorsque l'angle β des deux balais d'une même ligne diminue; en revanche, et c'est là la raison de l'emploi des deux lignes de balais, on améliore la commutation (déjà excellente aux vitesses normales voisines du synchronisme) aux démarrages et aux faibles vitesses, d'autant plus qu'on fait α plus grand ou β plus petit. Il en résulte que le procédé de régulation de la vitesse par déplacement des balais, qui, dans les moteurs à répulsion ordinaires à une seule paire de balais, pourrait donner lieu à des étincelles gênantes au collecteur, devient d'un emploi pratique dans les moteurs à répulsion à deux paires de balais, où se trouvent réduits les troubles de commutation aux vitesses de régime réduites et aussi au démarrage.

Le moteur Déri réalise, d'une manière ingénieuse qui constitue son originalité, la combinaison des deux dispositifs précédents qui étaient indépendants : déplacement θ de l'axe de symétrie des deux lignes de balais pour obtenir le démarrage et les variations de vitesse, et déplacement α ou β d'une ligne par rapport à l'autre pour améliorer la commutation au démarrage et aux faibles vitesses. Dans le moteur Déri, on laisse fixes (*fig.* 6) deux balais c_2, d_1 (marqués en noir sur le

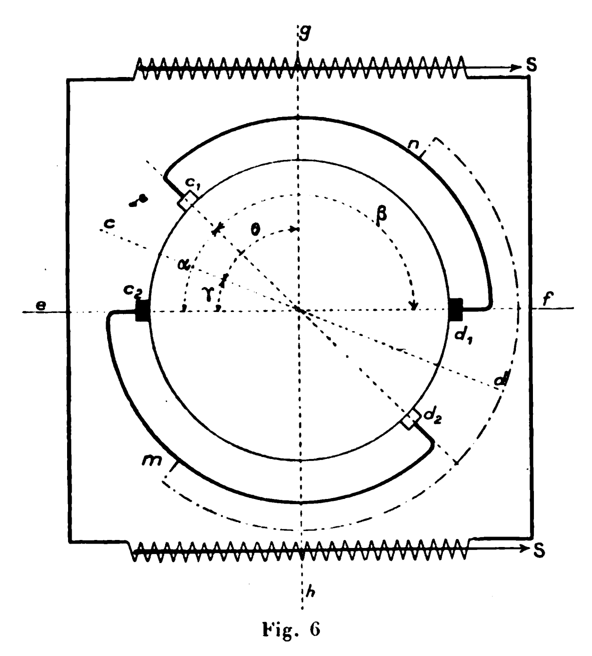


Fig. 6

schéma) situés sur un même diamètre dans la direction du flux statorique *ef*, par rapport à laquelle on fait tourner deux balais c_1, d_2 disposés aux extrémités d'un autre diamètre (ces balais mobiles sont marqués en blanc sur le schéma). Mais il faut bien remarquer que ce ne sont pas les balais opposés sur un même diamètre qui appartiennent à la même ligne de balais du moteur à répulsion, car les deux courts-circuits ne sont pas établis entre eux, mais entre un balai fixe et un balai mobile, respectivement entre d_1 et c_1 qui constituent la première ligne de balais, et entre d_2 et c_2 qui constituent la seconde ligne de balais. Il en résulte que l'angle dont on fait tourner les balais mesure l'écartement β des deux balais d'une même ligne (ou α des deux lignes de balais) dont il a été parlé plus haut, écartement qui influe sur la commutation et non sur la vitesse; on produit en même temps un déplacement angulaire θ de l'axe *cd* des lignes de balais par rapport à la normale *gh* au flux statorique (déplacement qui influe, comme nous l'avons vu, sur la vitesse) qui est égale à la moitié de l'écart β. En effet, en prenant comme base la déviation β des balais, on a

$$\frac{\alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\beta}{2}, \qquad \gamma = \frac{\alpha}{2},$$

$$\theta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 90^\circ - 90^\circ + \frac{\beta}{2} = \frac{\beta}{2}.$$

La figure 7 donne l'allure de la variation de la vi-

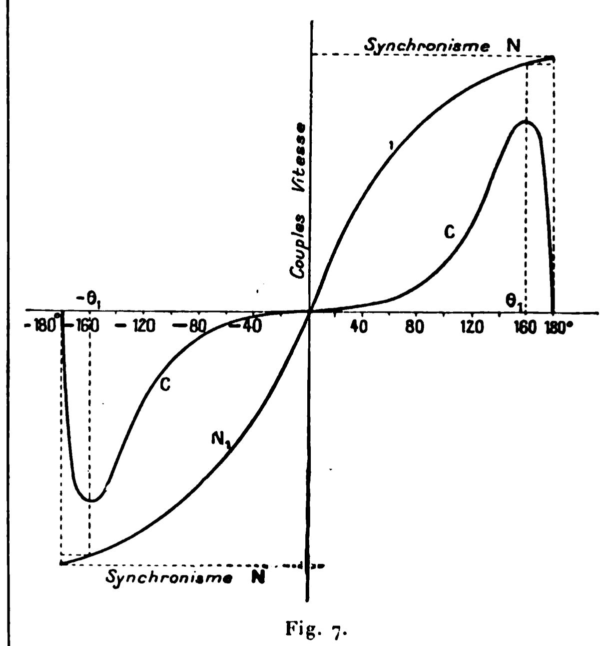


Fig. 7.

tesse N_1 et du couple C avec l'angle β. Au repos, le balai mobile c_1 coïncide avec le balai fixe d_1, et d_2 avec c_2; on a $\beta = 0$ et $\theta = 0$, la vitesse et le couple sont nuls; d'autre part $\alpha = 180$, $\beta = 0$, c'est-à-dire que la commutation présente son maximum d'amélioration. Cette amélioration est encore très grande pendant le démarrage où, β étant faible, α est encore très grand. Pendant cette période, la vitesse N_1 augmente rapidement (c'est la même courbe qu'en figure 2, mais plus étalée parce que les abscisses sont doublées) [1]; quant

[1] Dans la figure 7, les abscisses étant dessinées à une échelle moitié moindre que dans la figure 2, l'étalement des courbes N_1 et C résultant de l'amplitude double des angles d'abscisses n'est pas visible sur la figure 7. C'est à dessein, parce qu'il nous a paru plus intéressant de montrer la différence d'allure des courbes N_1 et C dans les deux cas, pour les positions véritablement semblables des balais.

au couple C, il est bien plus faible qu'en figure 2, non seulement parce que la variation angulaire θ de l'axe des lignes de balais est deux fois plus faible, mais encore parce que le faible écartement β des balais de même ligne (ou le grand écartement α des balais de ligne différente) a pour effet d'amoindrir le couple. Cette influence affaiblissante du couple va en diminuant à mesure que β augmentera (ou α diminuera), c'est-à-dire précisément lorsqu'on atteindra les vitesses normales de marche, ce qui est une circonstance très favorable. Pour $\beta = 90°$, $\theta = 45°$ et $\alpha = 90°$. Le maximum des couples C est atteint pour β égal à 160° environ, soit pour $\theta = 80°$ et $\alpha = 20°$, c'est-à-dire sensiblement au même point qu'en figure 2, la vitesse N_1 étant assez proche du synchronisme N. Au delà de $\beta = 170°$, c'est-à-dire lorsque les balais mobiles sont près d'atteindre les balais fixes, les couples C diminuent comme en figure 2 et deviennent nuls pour $\beta = 160°$, où $\theta = 90°$ et $\alpha = 0$ et où la vitesse N_1 atteint le synchronisme N. On ne doit donc pas dépasser $\beta = 170°$ pour avoir une marche stable du moteur.

Le procédé Déri permet, comme le procédé ordinaire, de changer le sens de marche; il suffit, quand c_1 a été ramené à coïncider avec d_1 et d_2 avec c_2, de faire tourner le diamètre $c_1 d_2$ des balais mobiles dans l'autre sens, c'est-à-dire diriger c_1 sur c_2 et d_2 vers d_1 suivant la demi-circonférence inverse (pratiquement suivant un arc de 160°).

La figure 8 donne la courbe du couple au démarrage

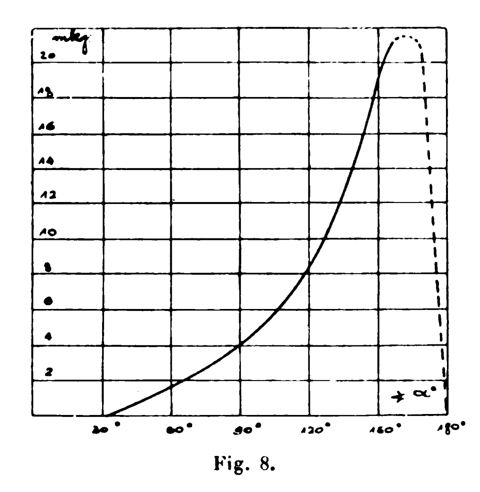


Fig. 8.

d'un moteur de 8 chevaux en fonction de l'angle β (au lieu de α marqué par erreur sur la figure 8 ainsi que sur la figure 10). La figure 9 donne les chiffres du couple relevés en marche en fonction de la vitesse et pour des positions différentes des balais, sur un moteur de 10 chevaux, et la figure 10 le couple en marche du même moteur à la vitesse de 800 tours : minute en fonction du décalage des balais.

M. Latour a imaginé et appliqué un procédé de réglage de la vitesse applicable aussi bien aux moteurs à répulsion compensés à deux paires de balais qu'aux moteurs à répulsion compensés à une paire de balais, et consistant, au lieu de faire tourner soit les balais *cd* de la figure 1, soit l'axe *cd* des balais de la figure 3, à laisser ces balais fixes et à déplacer le diamètre des points d'entrée *ef* du courant statorique (c'est-à-dire

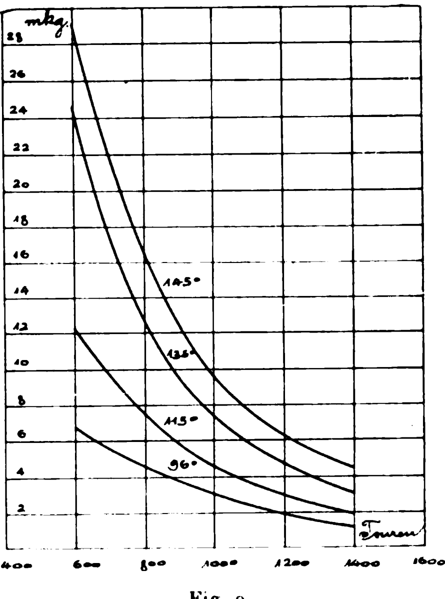


Fig. 9.

à faire tourner le flux statorique *ef* ou sa normale *gh*), ce qui produit exactement le même résultat (variation de l'angle θ entre l'axe des balais *cd* et la normale *gh* au flux statorique). L'avantage de ce dispositif est

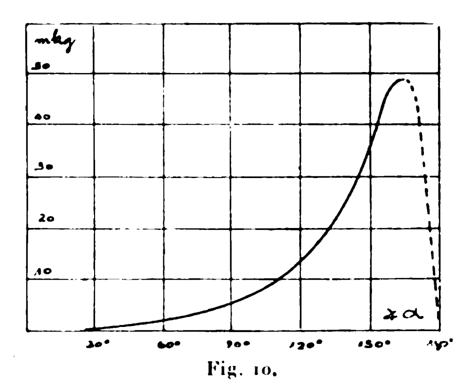


Fig. 10.

d'agir sur une partie entièrement fixe du moteur, ce qui permet de séparer l'appareil de réglage (consistant en une sorte de combinateur à plusieurs touches reliées par des câbles à divers points de l'anneau statorique) et de le placer à portée de la main, tandis que le moteur est laissé à un endroit le plus convenable pour la commande mécanique, mais peu accessible, comme le cas se présente pour les grues, ponts roulants, etc. Mais il faut bien noter que le procédé Latour, lorsqu'il est appliqué sur des moteurs à deux paires de balais, n'agit pas sur l'écartement α ou β des balais de lignes différentes, c'est-à-dire sur la commutation qui reste fixe. Pour des engins de ce genre, où

l'on ne fait généralement usage que d'un seul régime de marche, le procédé Latour, employé seulement pour les démarrages et les arrêts, est plus simple que le procédé Déri, et, bien que donnant une amélioration moins forte de la commutation (mais un couple plus élevé) au début du démarrage, donne un fonctionnement aussi avantageux en marche normale (1).

Mais, lorsqu'on veut non seulement adoucir les démarrages et les arrêts, mais obtenir plusieurs degrés de marche stable à des vitesses réduites au-dessous de la normale, le procédé Déri est préférable au procédé Latour, parce qu'il produit, par l'augmentation de l'écartement α des balais qui accompagne l'abaissement de la vitesse, une amélioration de la commutation qui compense à peu près les troubles de commutation qui tendent à se produire lorsque la vitesse de marche s'éloigne du synchronisme ; dans le système Latour, au contraire, l'écartement α des balais restant le même, rien ne vient annuler ces troubles, de sorte que la commutation devient moins bonne à mesure qu'on marche à vitesse plus réduite. En outre, le procédé Déri a bien plus de souplesse dans la variation de la vitesse, qui peut se faire par degrés insensibles en nombre aussi grand qu'on veut, ce qui n'est pas le cas dans le procédé Latour, si l'on fait usage d'un combinateur à touches.

La maison Brown-Boveri a réalisé une application heureuse de son moteur à répulsion Déri, à vitesse variable, dans la commande des métiers de filatures de coton dits *continus à retordre à rings*. Dans ces métiers, la vitesse est différente suivant le numéro du fil, ce qui obligeait, avec la commande mécanique, à spécialiser les métiers à des fils de grosseur déterminée. En outre, la mise en marche doit se faire sans à-coups et pourtant être assez rapide, sinon le fil se boucle ou se noue; avec la commande mécanique, on réalisait approximativement cette condition en faisant passer la courroie d'une poulie folle sur une poulie fixe. La vitesse du métier doit ensuite être maintenue parfaitement constante pendant les 15 minutes de filature: toutefois, pendant les 2 minutes du début et de la fin de l'opération, il y a intérêt à diminuer un peu la vitesse, parce que si celle-ci est trop élevée on a de nombreuses ruptures de fils. Comme ce ralentissement n'était pas possible à réaliser d'une manière simple avec la commande mécanique, on se contentait de donner au métier une vitesse constante pendant toute la durée de marche, mais moins élevée que celle à laquelle le métier aurait pu marcher pendant la plus grande partie du temps, soit, par exemple, 650 tours par minute au lieu de 750 tours; on n'utilisait donc pas le métier à son maximum, et l'on avait encore néanmoins des ruptures fréquentes de fils. Enfin, le métier doit être arrêté à un moment précis où, après avoir abaissé à la main le châssis des *rings*, la broche aura encore reçu sur sa base un bobinage de quatre tours de fils environ. Si le métier s'arrête trop tôt, on lui donne une légère impulsion, dans la commande par courroie, en faisant repasser un court instant cette courroie de la poulie folle à la poulie fixe.

Les moteurs à courant continu permettent facilement de réaliser, à l'aide d'un rhéostat, toutes ces variations de vitesse du démarrage, du ralentissement au début et fin de l'opération, et enfin de la remise en route légère éventuelle. Mais, la plupart des grandes distributions de force motrice se faisant par courants alternatifs (généralement triphasés), il fallait trouver des moteurs alternatifs (qui sont d'ailleurs de construction notablement plus simple que les moteurs continus) remplissant les mêmes conditions. Les moteurs triphasés d'induction employés dans les filatures depuis une douzaine d'années par la maison Brown-Boveri ne se pliaient pas facilement à ces conditions, car on sait qu'ils marchent sensiblement à vitesse constante. On était obligé d'employer un rotor bobiné à trois bagues, pour y intercaler des résistances décroissantes pendant le démarrage; on ne réalisait pas la marche ralentie de 2 minutes au début et à la fin de l'opération, et l'on ne pouvait travailler avec des fils de grosseur variable nécessitant des vitesses différentes. La figure 11 donne la

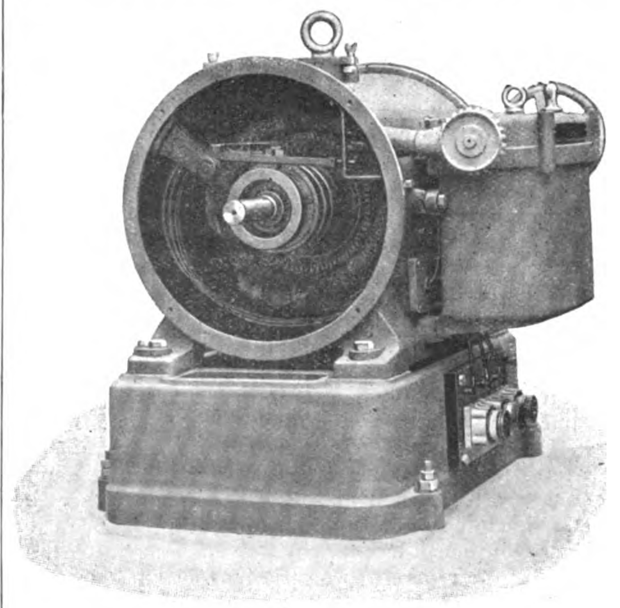


Fig. 11.

vue d'un moteur de 7 chevaux Brown-Boveri de ce genre, accouplé directement sur l'arbre du métier et enfermé dans une enveloppe hermétique dont on a

(1) Dans le dispositif Latour, l'écartement α_1 des balais de lignes différentes reste *fixe* et est choisi pas trop grand pour ne pas donner un affaiblissement notable du couple en marche normale : par exemple, on prend la même valeur que l'écartement final α' correspondant à la marche normale dans le dispositif Déri. L'écartement α' procure une certaine amélioration de la commutation pendant la période de démarrage, mais évidemment moins forte que dans le procédé Déri, où l'écartement *variable* α, avant d'arriver à la valeur α' a pris, au début du démarrage, des valeurs très grandes allant ensuite en diminuant. Il est vrai que cet avantage entraîne un affaiblissement plus grand que dans le procédé Latour du couple, au début du démarrage, ce qui peut, dans certains cas, présenter quelque inconvénient.

supposé le couvercle enlevé. A côté du moteur est accolée une boîte renfermant les résistances intercalées dans le rotor; la mise en route se fait en tournant à fond un volant. Le moteur est ventilé artificiellement par un courant d'air pénétrant par le socle et sortant par une ouverture ménagée vers la partie supérieure.

Le moteur monophasé à collecteur Déri à réglage de la vitesse par déplacement des balais a permis à la maison Brown-Boveri de réaliser la commande des continus à retordre avec toute la souplesse désirable et d'une manière encore plus simple qu'avec les moteurs à courant continu. La figure 12 représente un moteur de 5 chevaux à six pôles dans lequel le déplacement des balais est produit en faisant agir un levier sur une couronne dentée; la figure 13 représente un moteur de 10 chevaux à six pôles [1] dans lequel le déplacement

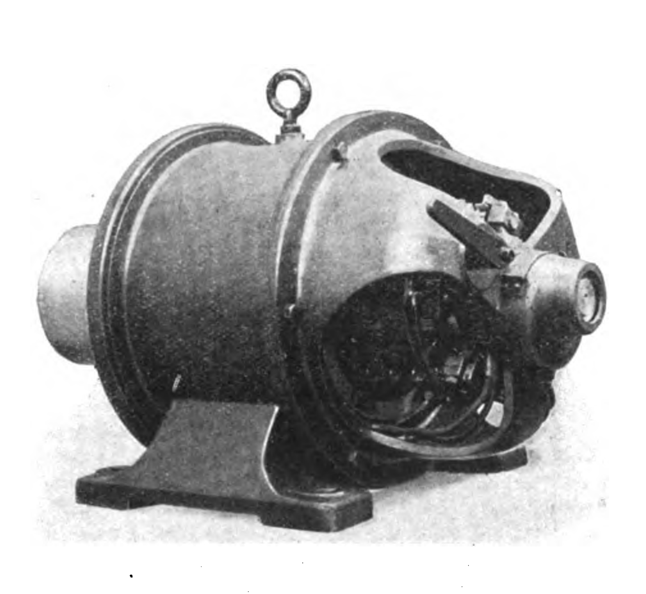


Fig. 12.

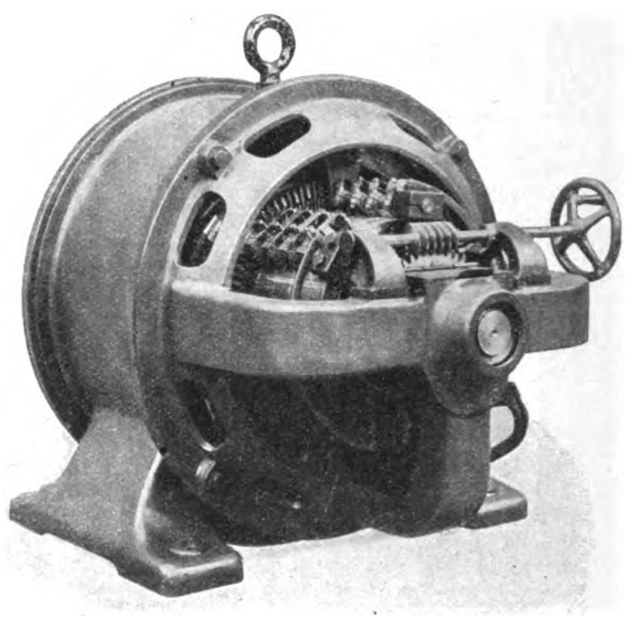


Fig. 13.

des balais est produit par un volant à main agissant sur une vis sans fin. Le démarrage se fait en 5 secondes en déplaçant les balais de la position O jusqu'à un repère I qui amène le moteur, calé directement sur l'arbre du métier, par degrés insensibles, c'est-à-dire avec une douceur parfaite, à la vitesse angulaire de 500 à 550 tours par minute. Le volant ou levier est ensuite laissé pendant 2 minutes sur le repère I correspondant à cette vitesse, puis on le tourne jusqu'au repère II qui fait monter la vitesse à 750 tours, valeur qui reste constante pendant les 10 à 12 minutes de filature. Un peu avant l'arrêt, on ramène le volant en arrière jusqu'à un repère III et on le laisse 2 minutes à cette position correspondant à une vitesse ralentie de 600 à 650 tours par minute, après quoi on arrête le moteur en ramenant le volant au zéro et, si le moteur a été arrêté trop tôt, on lui redonne un léger mouvement en tournant le volant un instant, du repère O au repère I (ces variations de vitesse par déplacement de balais peuvent être produites par un mécanisme automatique gouverné par le métier lui-même). On supprime ainsi presque toutes les ruptures de fils et l'on augmente la capacité du métier en le faisant marcher à la vitesse normale de 750 tours au lieu de 650. En outre, on peut, sur un même métier, travailler avec des fils de grosseurs différentes; il suffit de changer les repères du volant pour changer la vitesse normale de marche et les autres degrés de vitesse et leur donner des valeurs appropriées au numéro du fil.

Le moteur Déri peut fonctionner dans de bonnes conditions à des fréquences élevées, telles que 40 à 50 périodes.

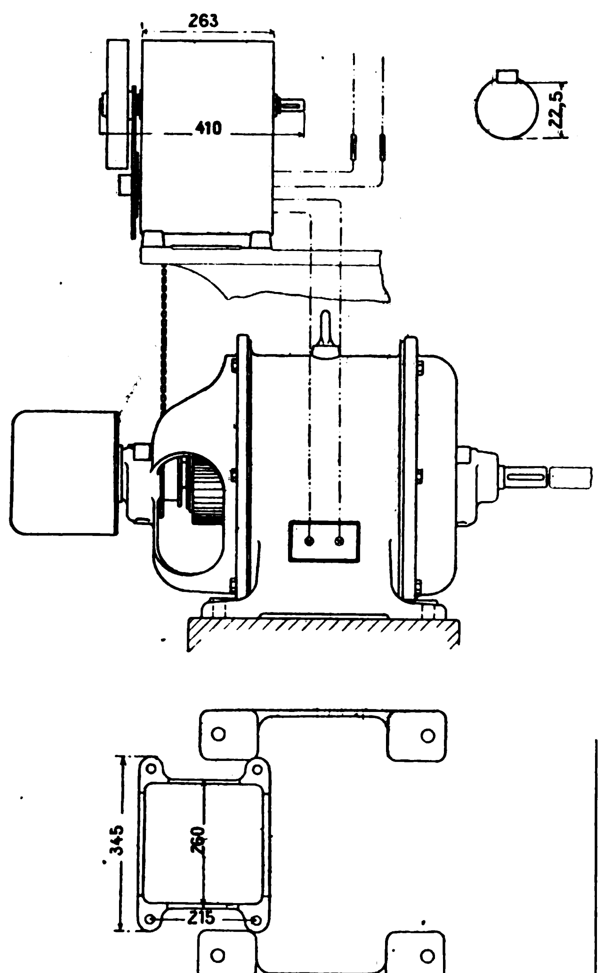
La maison Brown-Boveri a trouvé une autre application intéressante du moteur Déri dans la commande des ascenseurs où le changement de vitesse par déplacement progressif des balais sur le collecteur est une qualité précieuse, car elle permet d'obtenir mieux que par n'importe quel autre procédé des démarrages très doux, d'atteindre rapidement des vitesses même élevées sans secousses désagréables pour les voyageurs. La figure 14 représente un dispositif employé pour les monte-charge ou petits ascenseurs dans lequel la commande de l'ascenseur se fait par une corde dont le ti-

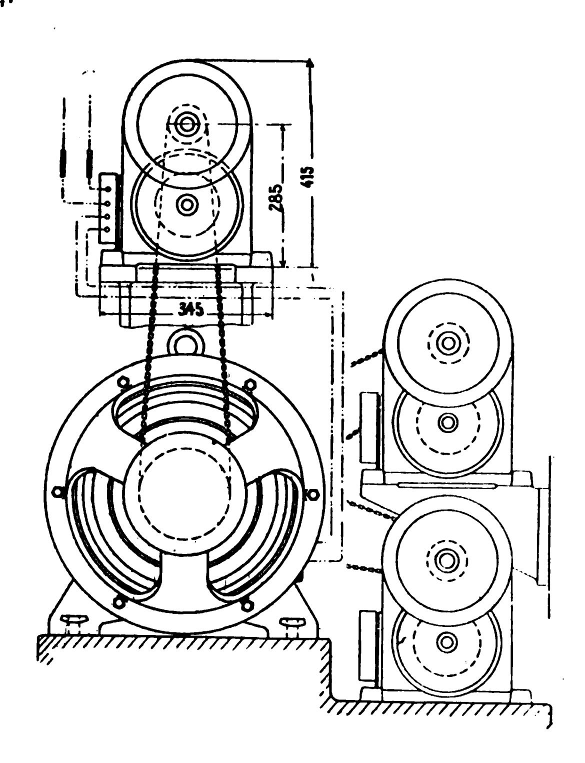
[1] Dans le cas de moteurs multipolaires à $2n$ pôles, au lieu de bipolaires, le déplacement maximum des balais du moteur Déri est théoriquement de $\frac{180^\circ}{n}$ et pratiquement de $\frac{160^\circ}{n}$.

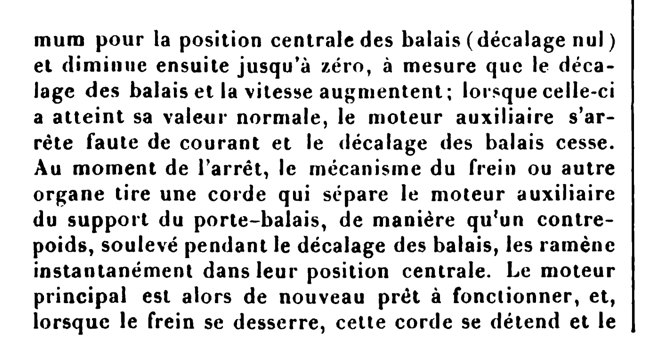
rage à la main produit directement par le mouvement d'une chaîne la fermeture de l'interrupteur principal du stator et le déplacement progressif de 120° des balais mobiles.

Pour des moteurs d'ascenseurs plus puissants, la fermeture de l'interrupteur statorique et le déplacement des balais au démarrage sont produits (*fig.* 15) par une chaîne actionnée par un servomoteur auxiliaire électrique gouverné soit par le tirage d'une corde, soit par la poussée d'un bouton électrique qui ferme le circuit d'électro-aimants. Le servomoteur est monté en cascade sur le moteur principal, c'est-à-dire qu'il n'est pas relié au réseau, mais à deux points du système de balais entre lesquels la différence de potentiel est maximum pour la position centrale des balais (décalage nul) et diminue ensuite jusqu'à zéro, à mesure que le décalage des balais et la vitesse augmentent; lorsque celle-ci a atteint sa valeur normale, le moteur auxiliaire s'arrête faute de courant et le décalage des balais cesse. Au moment de l'arrêt, le mécanisme du frein ou autre organe tire une corde qui sépare le moteur auxiliaire du support du porte-balais, de manière qu'un contrepoids, soulevé pendant le décalage des balais, les ramène instantanément dans leur position centrale. Le moteur principal est alors de nouveau prêt à fonctionner, et, lorsque le frein se desserre, cette corde se détend et le moteur auxiliaire est de nouveau relié au support des balais.

Fig. 14.





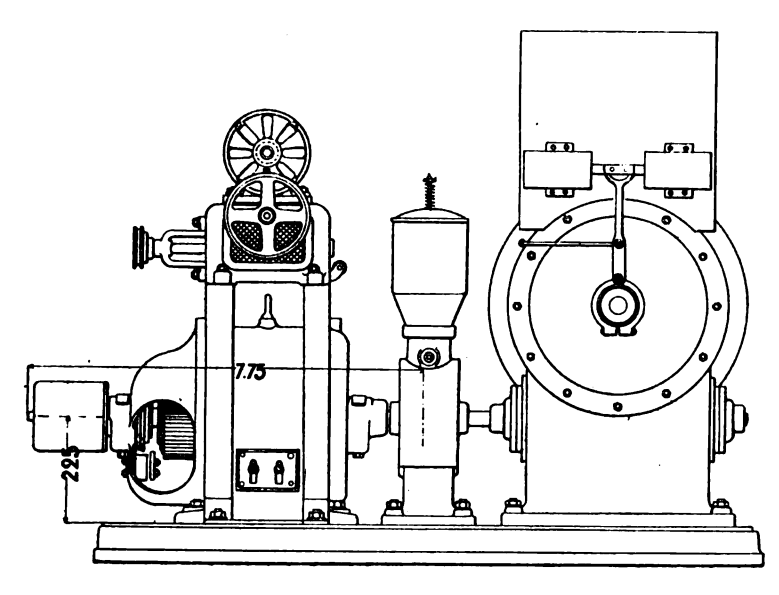


Les deux dispositifs des figures 14 et 15 comportent un limiteur de vitesse monté en bout de l'arbre du moteur et consistant en un régulateur centrifuge qui, lorsque, pour de faibles charges, la vitesse s'accélère et devient voisine du synchronisme, met automatiquement en court-circuit par une connexion *mn* (*fig.* 6) les deux lignes de balais du rotor; le moteur devient alors un moteur d'induction à cage d'écureuil dont la vitesse est sensiblement constante avec la charge et qui produit un freinage avec récupération dans le cas d'une décharge brusque du travail.

L'appareil automatique agissant sur un limiteur de vitesse n'est pas monté sur les ascenseurs du type dit *américain* à vitesse très grande et variable à la volonté d'un conducteur placé en permanence dans la cabine, mais l'interrupteur produisant la limitation de vitesse existe toujours, avec cette différence qu'il est manœuvré à la main par le conducteur. Celui-ci agit également sur un volant produisant le déplacement qu'il veut des balais du moteur (il a alors devant les

yeux un tachymètre lui indiquant la vitesse de marche de l'ascenseur).

La maison Brown-Boveri fait remarquer que le moteur Déri convient bien pour la traction des tramways ou chemins de fer à puissance pas trop élevée, parce qu'il offre l'avantage d'une grande simplicité dans les appareils de réglage et dispense d'un transformateur. (Le stator peut, en effet, être alimenté à haute tension, et le rotor de ce moteur à *répulsion ordinaire* n'a pas



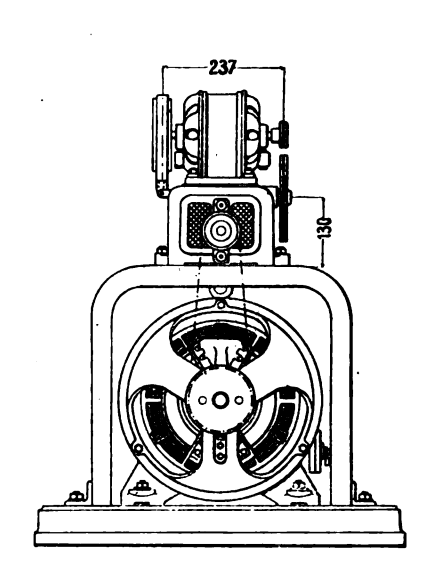


Fig. 15.

de connexions extérieures, tandis que, dans le moteur à répulsion compensé, on doit lui amener un courant d'excitation à tension réduite à 300 volts environ par

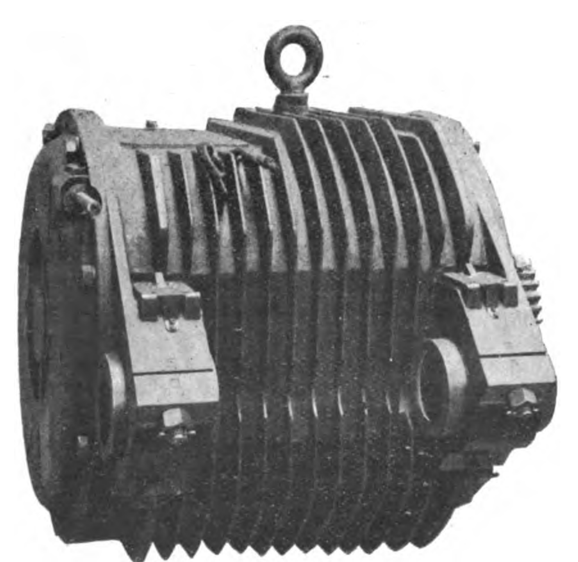


Fig. 16.

un transformateur.) La figure 16 représente un moteur Déri de traction de 40 chevaux à 800 volts, 33 périodes et 500 tours par minute.

La maison Brown-Boveri signale diverses combinaisons auxquelles on peut soumettre le moteur Déri, mais qui, croyons-nous, n'ont pas été réalisées industriellement. Tout d'abord on peut faire varièr la vitesse en laissant (*fig.* 17) les quatre balais fixes (les carrés

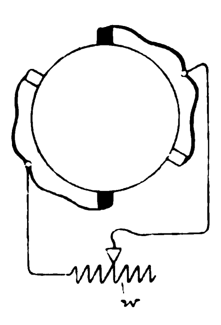


Fig. 17.

noirs représentent les balais ordinairement fixes et les carrés blancs ceux ordinairement mobiles) et en intercalant une résistance variable *w* entre les liaisons de court-circuit. A mesure que la résistance diminue, la vitesse diminue aussi, parce qu'on réduit le courant de court-circuit J_1 circulant dans le rotor. Mais en même temps on réduit les couples au démarrage et en marche normale. C'est l'équivalent du réglage par rhéostat d'un moteur série. Ce procédé, admissible pour les démarrages et l'arrêt, n'est pas avantageux pour des vitesses

stables réduites, puisqu'il diminue le rendement du moteur par la perte dans le rhéostat.

Les figures 18 à 20 montrent des combinaisons du moteur Déri qui pourraient être appliquées au freinage des grues. Au début de la descente de la charge les deux balais fixes noirs sont d'abord (*fig.* 18) déconnectés et

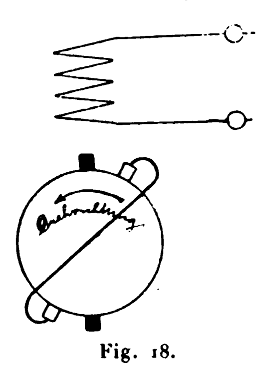


Fig. 18.

isolés, et les deux balais mobiles (blancs) sont réunis ensemble en arrière du sens de la marche (Drehrichtung). Ils forment alors les éléments d'une *même* ligne *unique* de balais (on retombe sur le schéma de la figure 1) et créent un couple négatif ou de freinage dont

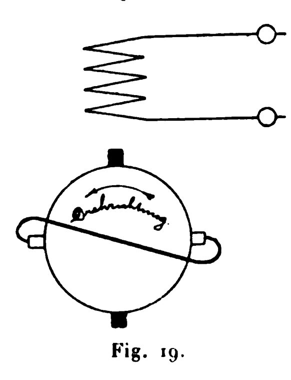


Fig. 19.

on peut diminuer la valeur en les faisant tourner dans le sens inverse de la marche (variation de l'angle θ), jusqu'à un angle de 90° (*fig.* 19), où le couple déve-

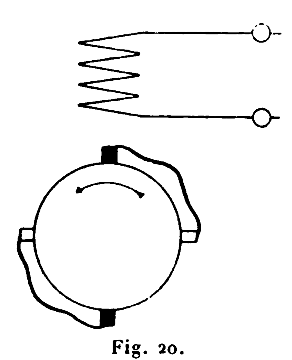


Fig. 20.

loppé par le moteur est nul (angle θ de la figure 1 nul). Si l'on a besoin de redonner au moteur un léger couple positif, il suffit, sans toucher à la position qu'occupent à ce moment (*fig.* 19) les balais (c'est-à-dire à 90° les uns des autres), de déconnecter les deux balais mobiles et de reconnecter chaque balai fixe avec le balai mobile voisin, suivant le schéma de la figure 20. On revient alors au montage habituel à deux lignes de balais (*fig.* 6) avec un écartement β de 90° entre les balais de chaque ligne, de sorte que l'axe des deux lignes de balais est décalé de 45° par rapport au flux statorique et à la normale de ce flux : $\theta = 45°$, $\gamma = 45°$.

On peut encore utiliser le moteur Déri comme moteur série ordinaire monophasé (*fig.* 21) en déconnec-

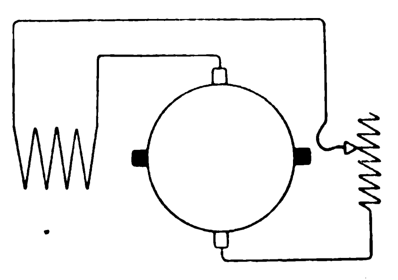


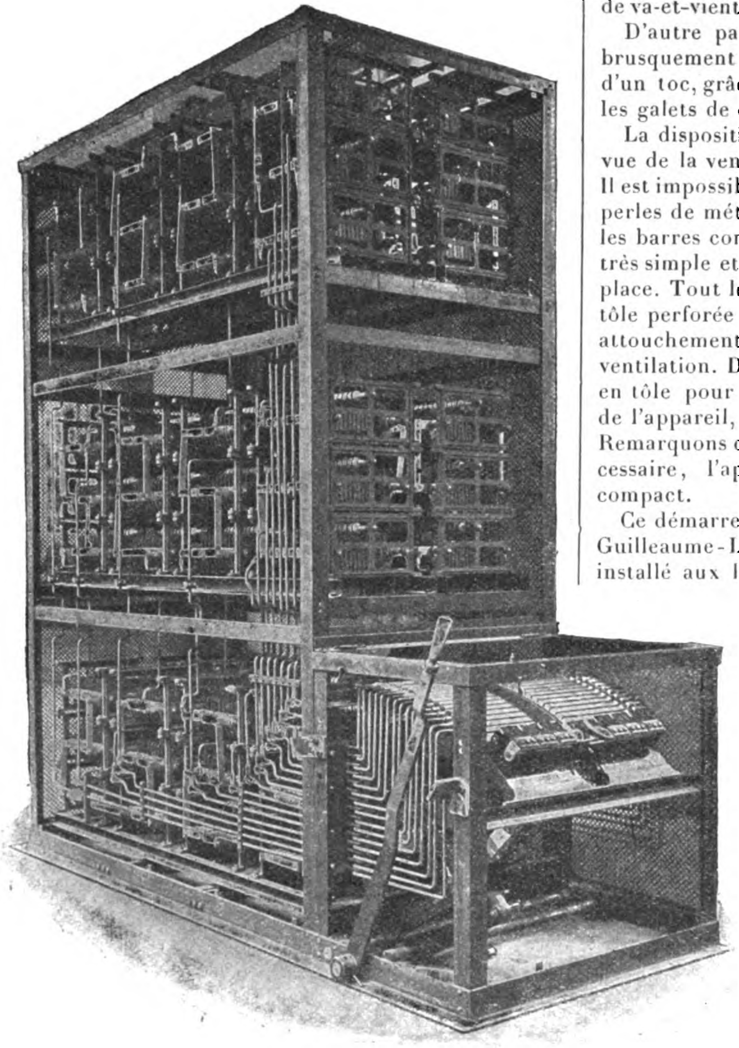
Fig. 21.

tant et isolant les balais fixes (noirs) en reliant au stator les balais mobiles qu'on laisse alors calés *fixes* à 90° des premiers; on fait alors varier la vitesse par rhéostat intercalé en série.

Le dispositif Déri de réglage de la vitesse à l'aide de deux balais fixes situés sur un même diamètre et de deux balais mobiles situés sur un autre diamètre est évidemment applicable aux moteurs à répulsion compensés. CH. JACQUIN.

Démarreur Felten & Guilleaume-Lahmeyer pour un grand moteur de laminoir. — Ce qui rend difficile l'établissement de semblables démarreurs, c'est la forte intensité du courant qui les traverse. On est conduit, en effet, pour avoir une surface de rayonnement suffisante, à donner aux résistances un développement parfois embarrassant. Le démarreur représenté sur la figure ci-jointe, dû aux ateliers de la maison Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. de Francfort, est constitué, comme on peut s'en rendre compte, par des éléments en fonte suspendus à des isolateurs et formant deux groupes distincts de résistances en série. Les extrémités de ces résistances communiquent par des conducteurs de jonction avec les plots d'une double voie de contact, de sorte que tout l'appareil est divisé en deux parties symétriques. Les plots sont des barres rectangulaires en cuivre vissées aux deux bouts sur des cornières cintrées dont elles sont soigneusement isolées. Les deux voies de contact jumelles forment ainsi deux segments cylindriques situés dans le prolongement l'un de l'autre et sur la surface desquels s'appuient les galets de contact. Ces derniers étant équilibrés par un contrepoids, le levier de commande se meut presque sans effort. Les résistances sont calculées et sectionnées pour que l'intensité du courant dans le rhéostat ne dépasse jamais celle du courant de pleine charge; mais, pour

cela, il faut que leur mise hors circuit graduelle au démarrage ait lieu lentement. Dans ce but, le levier agit



Démarreur Felten et Guilleaume-Lahmeyer pour un grand moteur de laminoir.

sur les galets de contact par l'intermédiaire d'un encliquetage. La tige portant la traverse à laquelle sont attachés les galets de contact est munie d'un segment de roue à rochet et pivote autour d'un centre qui ne coïncide pas avec le point d'attache du levier de manœuvre. Un cliquet, participant directement au mouvement de ce levier, engrène avec le segment denté et entraîne, par conséquent, les galets de contact. Toutefois, à cause de l'arrangement adopté, ce mouvement d'entraînement est limité et, pour amener les galets d'un plot au suivant, il faut donner au levier un mouvement complet de va-et-vient.

D'autre part, le courant doit pouvoir être coupé brusquement ; aussi, le levier de manœuvre est-il muni d'un toc, grâce auquel on peut ramener d'un seul coup les galets de contact dans leur position de repos.

La disposition des plots est très heureuse au point de vue de la ventilation, de l'isolement et de la propreté. Il est impossible que la poussière métallique ou même des perles de métal fondu établissent un court-circuit entre les barres consécutives. Le montage des résistances est très simple et ne nécessite pas de travail important sur place. Tout le démarreur est enfermé dans une cage en tôle perforée qui, tout en empêchant efficacement les attouchements accidentels, ne gène en aucune façon la ventilation. De plus, on peut ôter sans peine les parois en tôle pour procéder à l'examen des diverses parties de l'appareil, qui sont toutes très facilement accessibles. Remarquons que, malgré le large dimensionnement nécessaire, l'appareil forme cependant un ensemble compact.

Ce démarreur accompagne un moteur de la Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G., de 500 chevaux, installé aux laminoirs de Thy-le-Château. La tension d'alimentation étant de 240 volts, le moteur consomme donc environ 2000 ampères.

Au démarrage, les résistances des deux groupes sont toujours mises en parallèle, ce qui a pour effet de diminuer beaucoup l'importance d'un mauvais contact éventuel d'un côté ou de l'autre. Cependant, le premier plot de l'une des moitiés de la voie de contact ayant une largeur double de celle du premier plot de l'autre moitié, on dispose d'un degré de résistance supplémentaire sans nouvelle dépense de matériaux et, de ce fait, la résistance en série avec le moteur au moment du premier contact est doublée. Il en résulte que l'appel brusque de courant au départ ne dépasse pas le quart du courant de pleine charge et ne produit pas de perturbation inadmissible dans le réseau. Lorsque la seconde moitié de la résistance est mise en parallèle avec la première, l'intensité du courant devient égale à la moitié de celle du courant de pleine charge. Les galets ne servent à établir que le contact passager pendant le démarrage ; aussitôt qu'ils touchent le dernier plot et que toute la résistance est hors circuit, la connexion finale et permanente se fait à travers un contact de court-circuit spécial.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉGRAPHIE.

Du Breguet au Pollak-Virag et aux téléphotographes (*suite*) ([1]). — Dans les parties de cet article publiées dans le précédent numéro nous avons fait l'esquisse de l'histoire de la Télégraphie jusqu'à nos jours. Il nous reste à parler de quelques appareils tout récents.

L'AVENIR DE LA TÉLÉGRAPHIE : LES TÉLÉGRAPHES EXTRA-RAPIDES.

I. TÉLÉGRAPHE POLLAK ET VIRAG. — Ce système, imaginé par M. Antoine Pollak et par Joseph Virag (décédé en 1902), a figuré à l'Exposition de 1900, mais depuis a été notablement perfectionné et simplifié.

Son rendement est incomparable; il permet en effet de transmettre près de 50000 mots, c'est-à-dire 300000 lettres à l'heure. Décuplant presque le Baudot avec ses 5000 mots, il est 40 fois plus actif que le Hugues avec 1000 à 1200 mots, et il centuple le Morse avec ses 500 mots à l'heure.

Ce télégraphe écrit directement, comme à la main, les lettres de l'alphabet. Les télégrammes doivent être préparés. Cette préparation est réalisée au départ par la perforation d'une bande de papier. L'expéditeur peut préparer lui-même, ou par des intermédiaires munis de perforateurs, la bande perforée, si bien que le télégramme peut être apporté, si on le veut, au guichet tout perforé. Ce serait le cas des grands services, banques, maisons de commerce, etc., qui rédigeraient leurs télégrammes sous forme de bandes perforées.

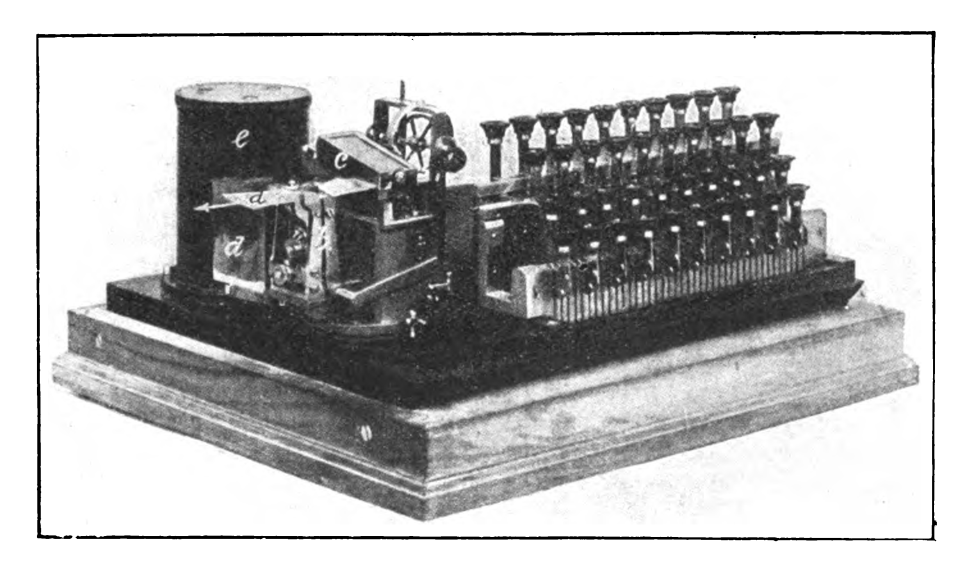


Fig. 22. — *Télégraphe Pollak et Virag. Perforateur.* C'est une machine à écrire dont les touches perforent chacune d'une manière particulière une bande de papier. La vitesse de perforation atteint 2000 mots à l'heure.

Le perforateur représenté par la figure 22 est une machine à écrire dont les touches font avancer un certain nombre de barrettes sur lesquelles les aiguilles perforatrices s'appuient. La bande reçoit donc autant de trous à chaque mouvement de touches que le nombre de barrettes avancées et bloquées par la touche l'indique. A chaque lettre à imprimer correspond d'ailleurs une disposition particulière des trous. On peut perforer 2000 mots à l'heure.

Le transmetteur à rotation rapide est animé par un moteur électrique qui entraîne un tambour métallique R (*fig.* 23) sur lequel se déroule la bande perforée. La bande passe ainsi entre six bagues métalliques isolées les unes des autres, *a, b, c, d, e, f,* et six balais réunis ensemble par trois en deux groupes B_1, B_2. Les bagues sont reliées à des sources de courants à potentiels divers constituées par des batteries d'accumulateurs. Un système de capacités k_1, k_2, K_1 et de résistances W, W_1, W_2, convenablement disposées, est intercalé entre le transmetteur et le récepteur qui se trouvent reliés au moyen de deux fils de ligne l_1, l_2. La rapidité du passage de la bande sur le tambour du transmetteur et la

([1]) Voir *La Revue électrique* du 15 septembre 1908, n° 113, p. 183 à 197.

fréquence des perforations sont telles qu'on peut envoyer 400 émissions par seconde.

Le récepteur se compose de deux téléphones accouplés dont les membranes sont liées à un petit miroir, de telle sorte que les mouvements de la membrane du premier téléphone t_1 (*fig.* 24) déplacent le miroir autour d'un axe horizontal. Un rayon lumineux réfléchi par le miroir décrit alors un trajet vertical. La mem-

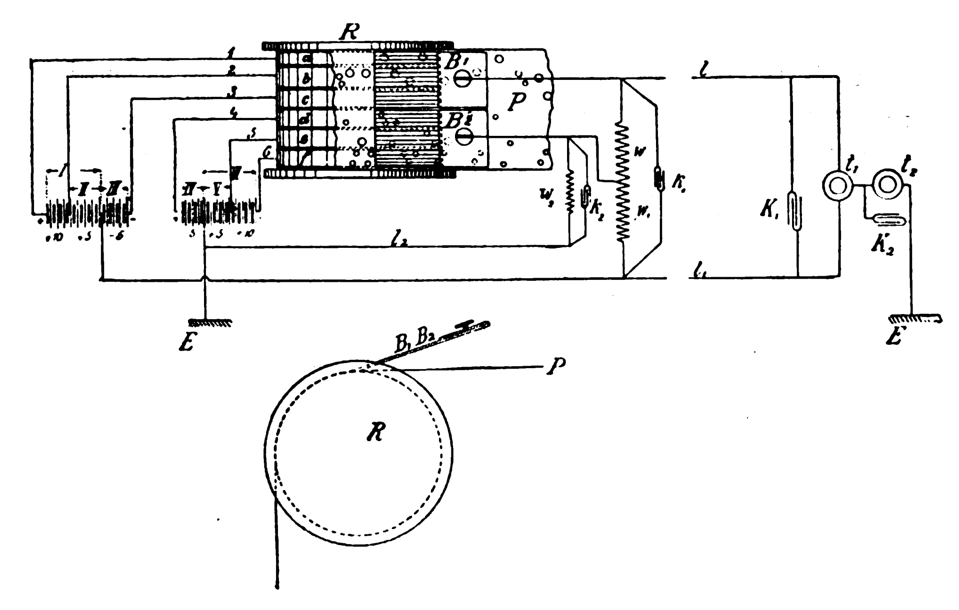


Fig. 23. — *Télégraphe Pollak et Virag. Transmetteur.* La bande perforée, passant entre six bagues métalliques isolées les unes des autres et deux groupes de trois balais B_1, B_2, détermine l'envoi sur la ligne de nombreux courants d'intensités différentes.

brane du second téléphone t_2 déplace le miroir autour d'un axe vertical faisant alors décrire un trajet horizontal au rayon lumineux réfléchi. Ces deux mouvements peuvent se composer comme dans la méthode classique de Lissajous, et le rayon réfléchi peut ainsi décrire toute courbe, si compliquée soit-elle. On étage justement les perforations de la bande, et l'on y fait correspondre les voltages différents des six bagues du tambour du transmetteur de manière que le rayon lumineux réfléchi trace sur une bande de papier photographique

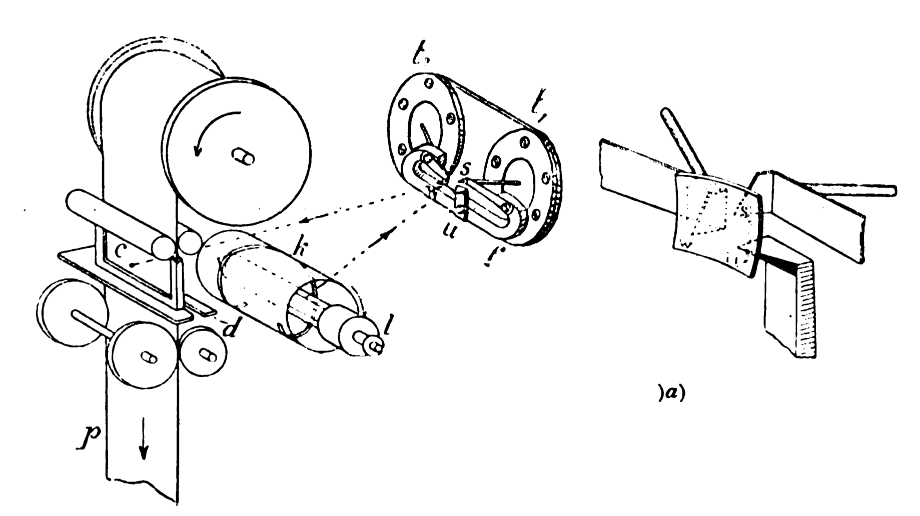


Fig. 24. — *Télégraphe Pollak et Virag. Recepteur.* Les rayons lumineux émis par une lampe *l* réfléchissent sur un miroir *m* solidaire des deux membranes téléphoniques t_1, t_2. Le rayon réfléchi frappe une bande photographique mobile *p* et y trace les lettres mêmes correspondant aux perforations de la bande. En (*a*) se voit la liaison du miroir avec les membranes téléphoniques; t_1 le déplace autour d'un axe horizontal, t_2, autour d'un axe vertical.

sensibilisé les lettres mêmes qui correspondent à ces perforations. Le papier photographique est automatiquement développé, séché et coupé.

La figure 25 représente une portion de bande perforée et le texte photographié qui y correspond.

Les figures 26 et 27 représentent l'ensemble des transmetteurs et du récepteur du télégraphe Pollak et Virag.

Ce télégraphe a été essayé en Hongrie, entre Budapest et Pozsony, sur une ligne constituée par deux fils de cuivre offrant une résistance de $2^{\omega},5$ par kilomètre,

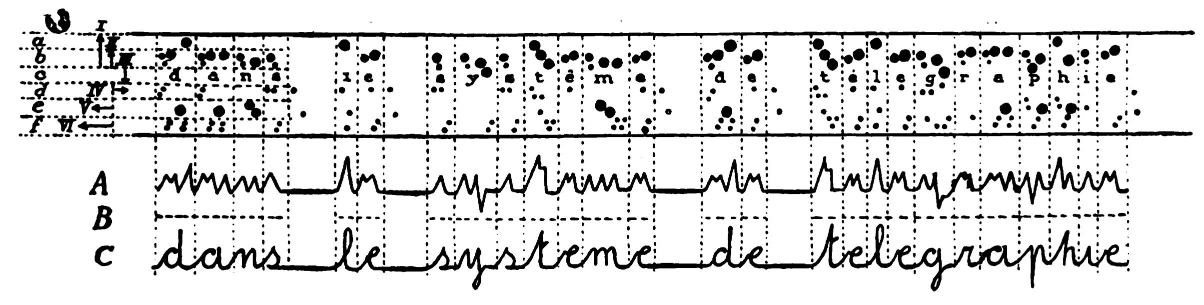


Fig. 25. — *Télégraphe Pollak et Virag*. Fac-similé d'une dépêche et de la bande perforée correspondante.

soit 1360^{ω} pour 218^{km}. L'appareil fonctionna du 24 octobre au 15 décembre 1902 et permit de transmettre 45000 mots à l'heure.

Le fonctionnement de l'appareil fut très aisé durant tous les essais, bien que les conditions atmosphériques aient été très variées. La machine à perforer fit normalement 2000 mots à l'heure. L'appareil ne fut pas adopté par le gouvernement hongrois, par la seule raison qu'il n'existe pas dans le pays deux bureaux ayant entre eux un trafic suffisant pour justifier l'installation d'un télégraphe aussi rapide.

En Allemagne, des essais ont été faits du 24 février

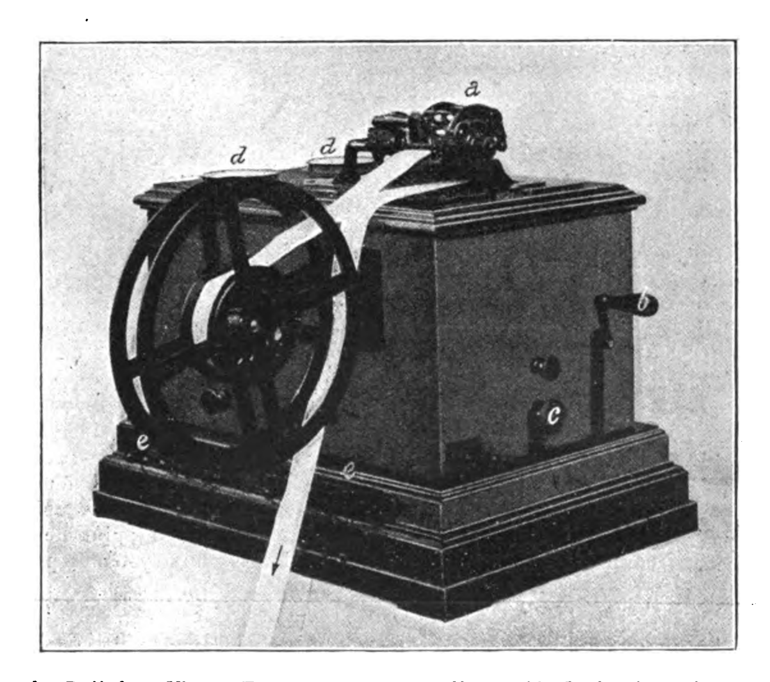


Fig. 26. — *Télégraphe Pollak et Virag. Transmetteur : vue d'ensemble.* La bande perforée passe sur le tambour à six bagues et produit une suite d'émissions de courants d'intensités différentes.

jusqu'au 14 mars 1903 sur deux lignes en fil de bronze (Berlin-Kœnigsberg : 710^{km}). On obtint 40000 mots à l'heure. Il n'y eut pas de trouble par les lignes voisines, mais des troubles furent apportés aux transmissions téléphoniques par le Pollak et Virag.

Sur la seconde ligne de 600^{km}, l'écriture fut très nette malgré que les autres fils télégraphiques soutenus par les mêmes poteaux fussent en service. L'appareil fonctionna une fois pendant 5 minutes sans interruption et transmit une dépêche de 2800 mots dont quelques rares endroits seulement étaient illisibles, ce qui doit être rapporté au moteur qui était usagé et tournait trop

lentement. La vitesse atteignit 32000 mots à l'heure. On ne constata pas d'induction dans les fils télégraphiques voisins.

En 1905, des essais faits entre Paris et Lyon sur deux lignes de 522^{km} et 519^{km} ont fourni 40000 mots par heure sans trouble sur aucune ligne voisine.

Ce télégraphe n'est pas utilisable sur une ligne de fil de fer, car les courants s'y produisent à la fréquence des courants téléphoniques, c'est-à-dire à raison de 300 à 400 par seconde. Il faut donc recourir au fil de cuivre ou de bronze siliceux. Par contre, il n'est pas nécessaire de se prémunir contre les phénomènes

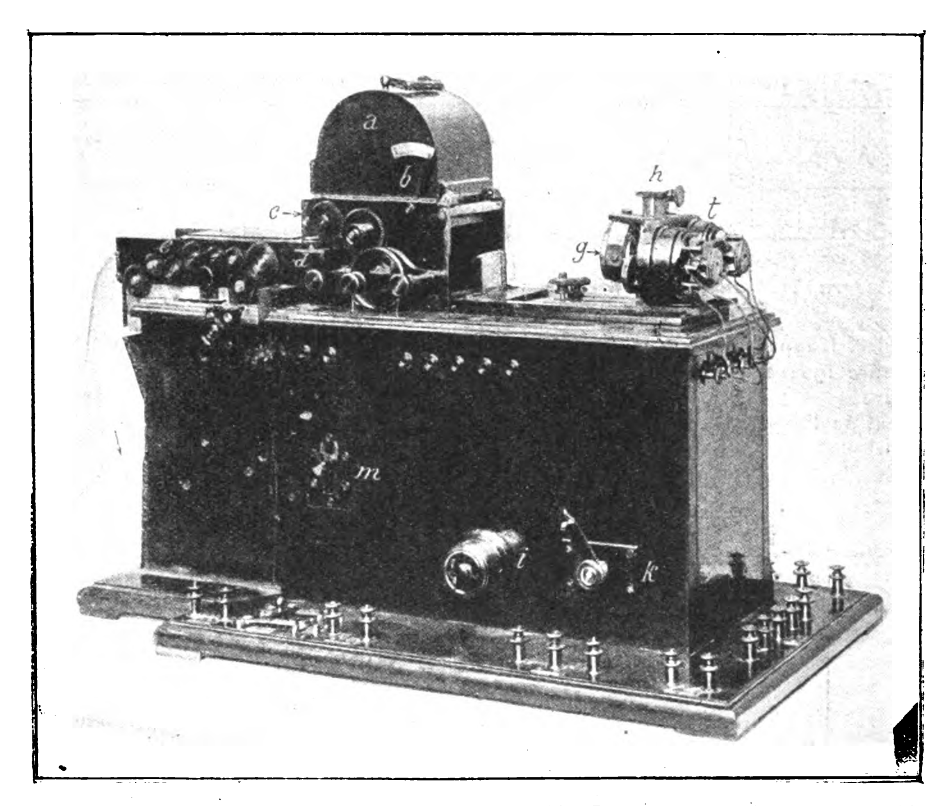


Fig. 27. — *Télégraphe Pollak et Virag. Recepteur : vue d'ensemble.* Le mouvement du rayon réfléchi par le miroir que commandent les téléphones accouplés écrit la dépêche sur la feuille de papier photographique qui sort de l'appareil développée, séchée et coupée.

d'induction, les effets d'induction s'éliminant dans les téléphones de Pollak et Virag par suite de la disposition même des circuits.

Le principal intérêt que présente ce nouveau télégraphe réside dans ce que, indépendamment de l'économie de conducteur que son emploi assure, il comporte une réduction considérable de main-d'œuvre et de personnel. Le trafic qu'assurent les deux conducteurs nécessaires pour le service d'un télégraphe Pollak et Virag nécessiterait 20 fils avec des Hughes. Le Tableau suivant compare au point de vue de l'économie le Pollak et Virag aux systèmes précédemment étudiés.

Systèmes.	Mots par heure.	6000 mots a l'heure exigent :					
		Lignes.	Employés	Auxiliaires.	Entretien.		Totaux.
					Lignes.	Personnel.	
					fr	fr	fr
Morse	500 à 2000	20	40	6	120000	105000	225000
Hugues	1000 à 1200	10	20	6	60000	57000	117000
Baudot.	5000 à 6000	2	20	6	12000	57000	59000
Pollak-Virag	40000 à 45000	2	2	13	12000	24300	35300

Nous réunissons dans le Tableau suivant, sous une forme abrégée, divers renseignements concernant l'état de la télégraphie en Europe, en 1905, qui permettent de se rendre compte comment les différents télégraphes sont répandus dans les divers pays.

	MORSE.	PARLEUR.	HUGHES.	WHEATSTONE	BAUDOT.	DIVERS.	NATURE DES LIGNES.
Allemagne...	—	—	—				Fer galvanisé 3, 4, 5 et 6; bronze.
Angleterre...	—, 4	—	—, 2	—, 2			— cuivre durci.
Autriche	—		—			Polak-Virag	— 3 à 5, br. ph. 3 à 4.
Bade........	—		—		—, 4	Estienne	— 3, 4 et 5.
Bavière......	—, 2		—, 2				— 4 à 5, br. 3.
Belgique	—	—	—, 2	—			— 4, 5, br. ph. 1, 4 à 5.
Danemark...	—			—			— 4, 5, acier 3; br. 3.
Espagne.....	—	—	—		—, 4		— 3, 4 à 5, br. sil. 2 à 3.
France	—	—	—	—, câble	— 6		— 3 à 4, cuivre 2,5 à 3 br. bimétal. (acier-cuivre).
Hongrie	—		—, 2				Fer non galv., br. siliceux et phophoreux.
Italie........	—		—	—	—, 4	Rowland	Fer galvanisé 3, 4, 5.
Norvège	—	—	—, 2, 4				— 3 à 5.
Portugal	—, 2		—		—, 4	Breguet	— 4 br. sil. 2, 3.
Roumanie...	—		—				— 3, 4, 5, br. 3.
Suède	—, 2, 4			—, 2, 4			— 3, 4, 5, cuivre 3.
Suisse.......	—		—		—, 4		— 3, 5.
Wurtemberg.	—		—				— 4, 5.

Les chiffres placés à côté des traits indiquent que l'installation de l'appareil y existe en duplex (2), quadruple (4), ... Dans la colonne relative aux lignes, les chiffres indiquent les diamètres des fils en millimètres.

II. La Téléphotographie. — Les procédés de transport de l'image photographique à distance, cherchés depuis près de 30 ans sans succès pratique, viennent de s'enrichir de trois ou quatre dispositifs nouveaux dont certains semblent pouvoir constituer des télégraphes extra-rapides. C'est d'abord le téléphotographe de M. Korn, qui, après tant d'autres, utilise la curieuse propriété du sélénium de graduer sa résistance sur son éclairement et en fait une si judicieuse application, que les caprices que cette substance présente dans les variations de résistance que l'éclairement lui fait subir paraissent définitivement annulés. Ce ne sont plus, en effet, des essais faits en laboratoire qui viennent assurer le succès du dispositif de M. Korn, mais des expériences répétées dans les conditions même de la pratique courante et dont le résultat est tel qu'un grand journal, l'*Illustration*, tente l'application du procédé de M. Korn au service de la presse. C'est encore le téléautograveur de M. Carbonelle, qui, rajeunissant le pantélégraphe de Caselli et le faisant profiter des progrès énormes qu'a fait depuis la technique du synchronisme, assure avec rapidité et sans se servir du sélénium le transport de l'image à distance, et du même coup promet, en appliquant son appareil à la télégraphie, de doubler la rapidité déjà si étonnante du télégraphe Pollak et Virag. Ce sont enfin trois autres téléphotographes : le téléstéréographe Belin, le phototélégraphe Berjonneau et le téléphotographe Senlecq-Tival qui, sans le secours du sélénium et par des procédés aussi ingénieux les uns que les autres, résolvent le problème de telle manière qu'il semble bien, d'après tous les résultats acquis, que la photographie est sur le point de conquérir le domaine télégraphique, et que, si la reproduction à distance d'une image animée est encore à trouver, du moins celle d'un cliché est définitivement entrée dans le domaine pratique.

Laissons de côté les appareils de M. Korn et de M. Carbonelle, qui ont été déjà l'objet de description détaillée dans cette Revue, et disons quelques mots touchant les autres téléphotographes.

Téléstéréographe de M. Belin. — Mettant à profit les creux et reliefs que présente un cliché photographique tiré à la gélatine bichromatée, M. Belin amplifie, par un simple levier, les mouvements d'une pointe de saphir qui balaie le cliché disposé comme toujours sur un cylindre. L'extrémité du levier (*fig.* 28) balaie dans ses déplacements amplifiés les divers plots d'un rhéostat formé de vingt lames d'argent isolées au mica. La longueur totale des vingt plots est de 3^{mm},5. Les résistances interposées entre chaque lame sont telles que le courant décroît régulièrement à mesure qu'elles sont intercalées sur le circuit.

Le poste récepteur n'est autre qu'un galvanomètre à miroir très sensible (galvanomètre de l'oscillographe de M. Blondel) dont le miroir dirige le faisceau, issu d'une source S et qu'y concentre une lentille *l*, sur une lentille L qui concentre le faisceau reçu en T, petit orifice d'une chambre noire, contre lequel se déroule le cylindre récepteur d'un mouvement hélicoïdal synchrone

du transmetteur. Ce cylindre récepteur est recouvert d'une pellicule ou d'un papier sensible. La lentille est choisie de manière que le miroir de l'oscillographe et l'orifice de la chambre noire soient deux points conjugués. Tout faisceau parti du miroir de l'oscillographe est concentré sur l'orifice de la chambre noire, c'est-à-dire sur un point de la pellicule d'arrivée. Tout contre la lentille L, un écran transparent de même largeur présente vingt régions contiguës de transparence graduée (*fig.* 29). Le faisceau lumineux balaie ces vingt régions

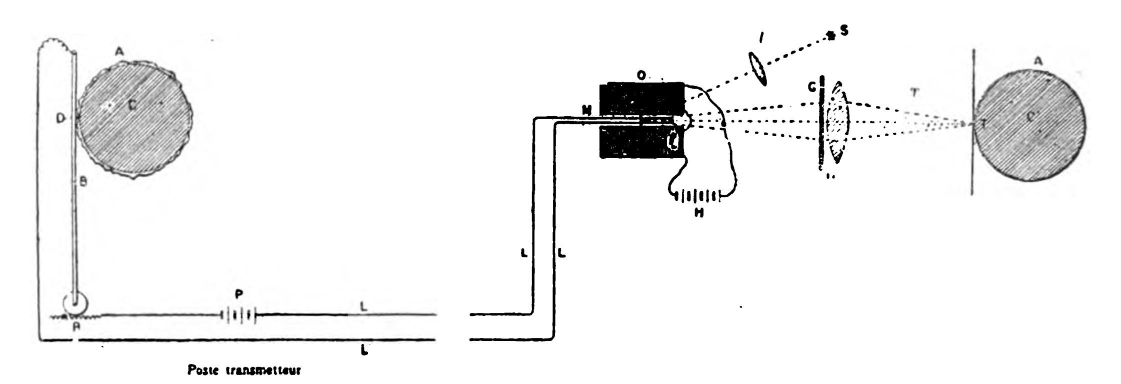


Fig. 28. — *Schéma du télèstéréographe de M. Belin.* Au départ le relief d'un cliché à la gélatine bichromatée, balayé par un style D, détermine les mouvements d'une molette qui se déplace sur les vingt plots d'un rhéostat. A l'arrivée le courant est reçu dans un galvanomètre d'oscillographe Blondel dont le miroir occupe l'un des points conjugués d'une lentille dont l'autre point conjugué est à l'orifice d'une chambre noire contenant le cylindre récepteur. Le miroir envoie un faisceau qui doit traverser un écran à vingt nuances dégradées du noir au clair, écran appuyé contre la lentille et que le faisceau frappe en un point d'autant plus éloigné de la plage claire que le courant envoyé est plus intense.

et passe de l'une à l'autre, lorsqu'au départ le levier amplificateur du rhéostat passe d'un plot d'argent à l'autre.

Lorsqu'il s'agit de transmettre non plus des clichés à demi-teintes, mais des documents au trait, écriture, dessins, etc., on peut simplifier les choses. Au départ, le courant est émis à chaque relief seulement du dessin ou à chaque passage du style sur la région écrite, ou inversement. A l'arrivée, le faisceau lumineux dirigé à travers un diaphragme sur l'orifice T se trouve dévié et n'insole plus le papier récepteur à l'arrivée du courant. On peut d'ailleurs, à volonté, disposer les choses à l'inverse; on obtient alors soit un positif, soit un négatif du dessin reçu.

M. Belin a pu transmettre sur un circuit téléphonique de 1700^{km} une photographie $13^{cm} \times 18^{cm}$ et a obtenu une épreuve formée d'environ 850000 points en 30 minutes. Plus récemment, M. Belin a utilisé le fait que les reliefs d'une photographie sur papier carbone sont proportionnels aux intensités des teintes de cette photographie pour la transmettre à distance par son procédé utilisant au récepteur l'écran aux transparences graduées.

Il va sans dire que, si le principe du procédé de M. Belin est des plus simples, sa mise au point a demandé une très grande habileté et un travail énorme. Les derniers essais, faits sur une ligne de 1200^{km}, ont donné des résultats très satisfaisants; les reproductions sont, paraît-il, beaucoup plus fines que celles que donne l'appareil de M. Korn.

Le phototélégraphe de M. Berjonneau. — Ce dispositif très simple ne permet que le transport d'une photogravure, qui, on le sait, est constituée par un groupement de points plus ou moins rapprochés les uns des autres pour figurer les parties sombres et claires de la

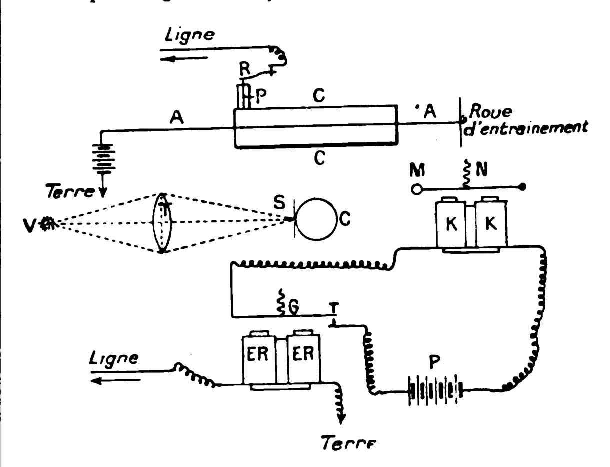


Fig. 29. — *Schéma du phototélégraphe Berjonneau.* Le cliché à transmettre est une photogravure. Le style transmetteur envoie un courant sur la ligne chaque fois qu'il passe sur l'un des pointillés de la photogravure. A l'arrivée le courant démasque, pendant un court instant, un obturateur qui permet à un faisceau lumineux de frapper comme une pointe le papier sensible.

photographie. Il nécessite donc la confection préalable d'une photogravure de l'image à transmettre. Cette photogravure, disposée à la surface du cylindre C (*fig.* 29), détermine au moyen d'un style de platine P, et

à la manière dont cela est réalisé dans le téléautograveur de M. Carbonelle, l'envoi de courant sur la ligne. Suivant qu'un point ou une partie non pointillée du cliché passe sous le style, un courant est ou non émis sur la ligne. Ce courant, reçu par l'électro ER, actionne une armature G qui ferme un circuit local, lequel actionne par l'électro K un obturateur qui démasque l'ouverture S d'une chambre noire, ouverture derrière laquelle, comme dans le récepteur de M. Belin, se déplace le cylindre récepteur. Chaque fois qu'un point de la photogravure passe sous le style transmetteur, l'obturateur se démasque un instant et la source de lumière V par la lentille T frappe le papier récepteur comme une pointe, car à chaque point la durée du mouvement de l'obturateur est très brève.

L'appareil de M. Berjonneau se prête également à la transmission de dessins ou même de l'écriture tracée à l'aide d'une encre isolante sur un papier conducteur. Il n'a d'ailleurs été, jusqu'à présent, l'objet que d'expériences d'essais.

Phototélégraphe de MM. Senlecq et Tival. — Dans ce dispositif (*fig.* 30) le transmetteur ne diffère pas du

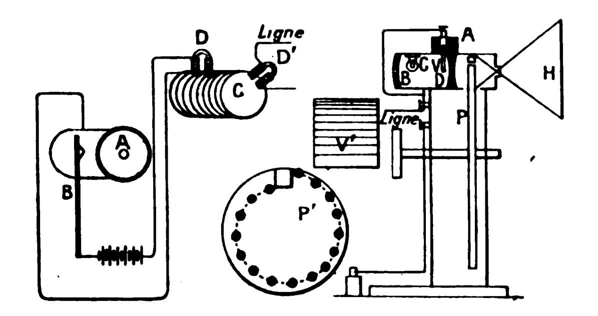


Fig. 30. — *Schéma du phototélégraphe de MM. Senlecq et Tival.* Un cylindre transmetteur A porte la photographie à la gélatine métallisée à transmettre. Les courants émis reçus dans l'électro D donnent sur le ruban magnétique du cylindre C une image magnétique du cliché qui, en passant sous l'électro D', détermine sur la ligne des variations de courants. A l'arrivée le courant est reçu par un galvanomètre à corde qui actionne et déplace une lamelle à régions variant du noir au clair et qui se déplace sur le trajet du faisceau lumineux frappant le cylindre récepteur.

transmetteur du téléautographe de M. Carbonelle ou de celui de M. Belin. Quant au récepteur, il emploie le galvanomètre à corde déjà utilisé par M. Korn et qui, ici, actionne au moyen d'un levier amplificateur une mince lamelle de verre analogue à celle qui joue le rôle de gamme des teintes dans l'appareil de M. Belin. La partie originale du dispositif consiste en ce que les variations d'intensité du courant émis ne sont pas directement utilisées au transmetteur, mais servent, comme dans le télégraphone de M. Poulsen, à impressionner un cylindre d'acier qui se trouve ainsi dépositaire d'une sorte d'image magnétique du cliché à transmettre. Le déplacement du ruban cylindrique aimanté devant un électroaimant envoie dans le galvanomètre des courants variables. La lamelle à teintes dégradées, obéissant aux variations du galvanomètre, se laisse traverser par un faisceau de lumière en des points plus ou moins transparents suivant l'impression magnétique plus ou moins intense déposée sur le ruban d'acier, qui elle-même correspond à une partie plus ou moins ombrée du cliché à transmettre.

L'usage d'une semblable transmission en deux temps permettrait d'accroître la rapidité de la transmission téléphotographique.

On peut non seulement impressionner une pellicule photographique et reproduire l'image originale, mais, étant donnée la rapidité de la transmission en recevant sur un écran les rayons qui traversent la lamelle, apercevoir directement sur un écran, sinon toute l'image transmise, du moins les diverses parties successives, cela sans être obligé de reproduire l'épreuve photographique. Le dispositif de MM. Senlecq et Tival se présenterait donc comme un essai de téléphotie.

Toutefois, ce dispositif très ingénieusement combiné, mais qui paraît fort délicat, n'a pas encore été, à notre connaissance du moins, l'objet d'essais faits dans les conditions qu'impose la pratique.

III. L'ÉLECTROTYPOGRAPHE. — Nous devons, pour terminer cette étude, rappeler le problème que résout l'électrotypographe, appareil que nous avons étudié en détails dans une étude sur l'imprimerie [1] et qui par certains côtés doit être rapproché des télégraphes. Cet appareil permet la composition typographique qu'il réalise en caractères mobiles, fondus et rangés en lignes justifiées, avec un soin tel que même les travaux en conscience peuvent être faits au moyen de cette nouvelle machine à composer. L'électrotypographe comporte deux parties distinctes : une machine à composer qui, par la mise en action des divers leviers d'une machine à écrire, fournit une bande perforée, véritable épreuve avant la fonte qui joue en quelque sorte le rôle de cliché et permet, sans nouvelle composition, de proportionner les tirages aux demandes; une machine à fondre le caractère qui, par le passage de la bande perforée, fournit la composition justifiée et prête à l'impression. L'électrotypographe intéresse le télégraphiste en ce qu'il est possible, au moyen d'un dispositif analogue à celui du télégraphe de Baudot, de transmettre télégraphiquement la bande perforée. Une bande unique composée à la machine à écrire pourra donc être reproduite à distance et fournir ainsi par télégraphe une bande identique qui, disposée sur une machine à fondre, fournira immédiatement le texte composé prêt à être mis sous presse.

Ainsi un article de journal expédié de Paris sous cette forme sera reproduit prêt à être imprimé dans différentes villes, à Bordeaux, à Lyon, à Marseille, ... C'est la possibilité pour les grands journaux d'avoir des éditions de province sans majoration de frais et sans retards; c'est une profonde modification, par suite, dans les procédés actuels du journalisme.

En terminant le programme que nous nous étions

[1] Voir *Revue générale des Sciences,* 30 octobre et 15 novembre 1907.

tracé pour cette étude, nous attirerons l'attention sur le progrès continu qu'ont fait les pacifiques ouvriers de l'intercommunication à tous les degrés, répondant aux exigences que le développement social détermine en même temps qu'il se produit et dans la mesure même où il s'impose. Nous signalerons aussi la place importante et brillante que tient à ce point de vue l'administration française. Bien qu'il soit dans notre tempérament de Français de critiquer surtout les nôtres, nous ne les déprécions pas et nous avons raison. Les étrangers savent reconnaître les mérites de notre administration des télégraphes, qui, quoi qu'on en dise, progresse avec prudence. Et ce n'est pas sans plaisir qu'il y a quelques années nous l'entendions louer par un notable administrateur anglais et que nous apprenions en quelle estime nos voisins allemands la tiennent. En signalant les progrès de cette importante application de l'électricité qu'est la Télégraphie, en marquant son état actuel, ses espoirs et les voies nouvelles qui lui sont ouvertes, nous tenons à signaler le rôle important que la Science et l'administration française ont su y tenir avec les Vaschy et les Baudot, et aussi avec le secours d'un personnel d'élite auquel bien souvent les administrations étrangères et en particulier les compagnies de câbles ont recours et dont on ne saurait suspecter dans aucun des degrés de la hiérarchie la bonne volonté digne et intelligente.

A. Turpain,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.

Signal d'appel pour détecteur électrolytique, par C. TISSOT. Communication faite à la Société française de Physique. — Si l'on intercale un galvanomètre dans le circuit d'un détecteur électrolytique, on constate que ce galvanomètre éprouve une déviation tant que les ondes agissent sur le détecteur et que cette déviation est proportionnelle, dans certaines limites tout au moins, à l'énergie des oscillations reçues.

Cette observation montrant que le détecteur électrolytique laisse passer un courant de même sens quand il est soumis à l'action des ondes, on peut être tenté d'utiliser ce courant à la mise en action d'un relais produisant un signal d'appel. Malheureusement ce courant est trop faible pour actionner le plus sensible des relais, du moins quand le poste d'émission des ondes est situé à une distance notable. Il est donc nécessaire de se servir du galvanomètre lui-même pour actionner indirectement le relais. M. Tissot a imaginé dans ce but le dispositif suivant :

Le miroir concave M du galvanomètre, éclairé par une source d'intensité convenable, donne sur une échelle un spot de forme rectangulaire; une portion de cette échelle est remplacée par une bande découpée dans un miroir concave M' dont le rayon est égal à la distance de l'échelle au miroir du galvanomètre. Tant que le spot se déplace sur la surface du miroir M', il se produit dans le plan passant par le centre de ce miroir, c'est-à-dire dans le plan du miroir du galvanomètre, une image fixe et d'éclairement uniforme. Une cellule au sélénium étant placée à l'endroit où se forme cette image, cette cellule est impressionnée tant que le spot se promène sur le miroir M'. Dès lors il suffit d'intercaler, dans le circuit de la cellule, le relais qu'on veut actionner et une source de force électromotrice convenable pour obtenir l'appel désiré.

Le même dispositif peut être utilisé, avec de légères modifications, pour obtenir l'*amplification* des déviations d'un galvanomètre (intercalé, par exemple, dans le circuit d'un bolomètre), tout en conservant sensiblement la proportionnalité de ces déviations; il permet ainsi d'exécuter des observations délicates en n'employant que des instruments robustes et relativement peu sensibles. Dans ce cas, le miroir concave M' est recouvert d'un écran portant une fenêtre découpée en carré à diagonale verticale; la fenêtre éclairée destinée à former le spot présente la même forme et les mêmes dimensions. Quand le galvanomètre est au zéro, le miroir et son écran sont disposés de manière que le spot éclairé vienne juste toucher, angle à angle, la fenêtre qui découvre le miroir. Quand le galvanomètre dévie, la portion éclairée du miroir M' est un carré dont la surface est proportionnelle au déplacement du spot, c'est-à-dire à la déviation du galvanomètre. L'éclairement de l'image fixe formée dans le plan central du miroir M' varie aussi proportionnellement à la surface éclairée de ce miroir et, par suite, suivant la même loi que la déviation galvanométrique. Si donc on intercale dans le circuit de la cellule au sélénium un second galvanomètre, les déviations de celui-ci se trouvent être fonctions de celles du premier, mais peuvent être incomparablement plus grandes.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Rapport au Président de la République, suivi du décret relatif au classement des industries et commerces en catégories professionnelles pour la Chambre de Commerce de Paris et fixant la composition de cette Chambre.

Paris, le 10 août 1908.

Monsieur le Président,

La loi du 19 février 1908 a accompli une réforme profonde dans le régime électif des Chambres de Commerce et des Chambres consultatives des Arts et Manufactures; au système d'une liste ne comprenant qu'un petit nombre d'industriels ou négociants choisis par une commission spéciale, elle a substitué le suffrage universel des commerçants. Désormais, le corps électoral de ces compagnies aura la même composition que celui qui est appelé à élire les juges consulaires, et cette organisation se trouvera plus en rapport avec notre état politique.

L'étude et la gestion des grands intérêts généraux, que la loi organique du 9 avril 1898 a confiées aux Chambres de Commerce, comportaient cependant l'établissement de certaines modalités. C'est ainsi que la loi du 19 février 1908 a prévu la formation de catégories professionnelles; d'après son article 3, les sièges d'une Chambre sont répartis, soit entre les industries ou groupes d'industries et les commerces ou groupes de professions commerciales, soit entre les groupements comprenant à la fois des professions industrielles et des professions commerciales.

Cette répartition est effectuée en tenant compte, dans chaque circonscription, du montant des patentes, de la population active et de l'importance économique des industries, commerces ou groupes professionnels.

Pour procéder au classement des professions et à la répartition des sièges, la loi institue une commission composée de délégués du Conseil général, des Tribunaux de Commerce et de la Chambre intéressée; cette commission locale doit présenter des propositions qui serviront de base au travail du Gouvernement.

Le législateur a pensé, toutefois, que le principe de la division du corps électoral en catégories professionnelles pouvait ne pas avoir sa raison d'être dans toutes les circonscriptions; il a investi, en conséquence, la commission locale de la faculté de déroger au principe et a attribué à la décision prise à cet égard par la commission un caractère définitif.

A la suite des instructions que j'avais adressées aux administrations départementales, les commissions locales ont été convoquées dès le mois de mai, et, au fur et à mesure de l'achèvement des délibérations, j'ai été saisi de leurs propositions par les préfets.

Sur 143 Chambres de Commerce et 44 Chambres consultatives des Arts et Manufactures qui fonctionnent dans la métropole, 100 (à savoir : 87 Chambres de Commerce et 13 Chambres consultatives) ont présenté des propositions de classement professionnel, et 87 (à savoir : 56 Chambres de Commerce et 31 Chambres consultatives) ont décidé qu'il n'y avait pas lieu d'instituer de catégories. Les décisions émises par ces 87 compagnies ont été, suivant les dispositions de l'article 4, rendues exécutoires par des arrêtés préfectoraux; un décret collectif fixe toutefois pour ces 57 Chambres de Commerce le nombre des membres dont elles seront désormais composées.

Quant aux propositions relatives aux catégories professionnelles, après avoir été étudiées par les services de mon administration, elles ont été, par application de l'article 3, soumises à l'examen du Conseil d'État. Ce sont les décrets rendus en conformité des avis émis par la haute assemblée que j'ai l'honneur de soumettre à votre sanction.

Dans la formation de ces groupements, il a été fait état, selon le vœu de la loi, de la prédominance de diverses industries qui font la richesse de certaines régions, des intérêts communs et des affinités des professions, des nécessités des commerces de gros, de demi-gros et de détail et de la variété de leurs besoins économiques suivant leur développement et les milieux. La répartition des sièges, dont le nombre a été augmenté ainsi que cela avait été spécifié au cours de la discussion devant le Sénat, a été opérée entre les catégories dans une proportion équitable en tenant un compte exact de tous les éléments indiqués par le législateur. C'est d'après ces données que seront dressées, au cours du mois prochain, les listes électorales destinées à servir au renouvellement général auquel il doit être procédé en décembre, et cette organisation du corps électoral ne pourra être modifiée qu'après six années d'application.

Il est donc permis de dire que, désormais, l'ensemble du commerce et de l'industrie, depuis la grande usine et le haut négoce jusqu'au petit magasin et au simple atelier, va trouver sa représentation légale dans les Chambres de Commerce et les Chambres consultatives, et il y a tout lieu de penser que cette importante transformation imprimera à ces institutions une nouvelle et féconde activité et accroîtra auprès des pouvoirs publics l'autorité de leurs délibérations.

Je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien revêtir de votre signature les présents décrets et d'agréer l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,
JEAN CRUPPI.

Département de la Seine.

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Vu l'arrêté du Gouvernement de la République du 6 ventôse an XI, créant une Chambre de Commerce à Paris;

Vu la loi du 9 avril 1898, relative à l'organisation des Chambres de Commerce et des Chambres consultatives des Arts et Manufactures;

Vu la loi du 19 février 1908, relative à l'élection des Chambres de Commerce et des Chambres consultatives des Arts et Manufactures;

Vu les propositions de la Commission instituée en conformité de l'article 3 de la loi susvisée du 19 février 1908 pour la Chambre de Commerce de Paris;

Vu la délibération de la Chambre de Commerce de Paris en date du 3 juin 1908, tendant à ce que le nombre des membres de cette Compagnie soit porté de trente-six à quarante;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

ART. 1er. — La Chambre de Commerce de Paris sera composée de quarante membres.

ART. 2. — Le classement des industries et des commerces en catégories professionnelles et la répartition des sièges entre ces catégories sont fixés conformément au Tableau annexé au présent décret.

ART. 3. — Le Ministre du Commerce et de l'Industrie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 11 août 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

JEAN CRUPPI.

TABLEAU DES CATÉGORIES PROFESSIONNELLES.

CATÉGORIES.	PROFESSIONS.	NOMBRE de SIÈGES.	CATÉGORIES.	PROFESSIONS.	NOMBRE de SIÈGES.
1re	1° Professions énumérées au tableau B annexé à la loi du 15 juillet 1880 sur la contribution des patentes........................... 2° Professions énumérées au tableau C annexé à la loi précitée, à l'exception de celles visées aux paragraphes 4, 5, 6 et 7 de la 2e catégorie.................................. 3° Professions énumérées aux 1re et 2e classes du tableau A annexé à la loi précitée, à l'exception de celles indiquées au paragraphe 3 de la 2e catégorie............................. 4° Marchands en gros et en demi-gros des 3e et 4e classes dudit tableau A................. 5° Entrepreneurs de bâtiments, de charpente, de menuiserie, de couvertures, de serrurerie, de maçonnerie, de peinture en bâtiments et entrepreneurs plafonneurs ou plâtriers......... 6° Fabricants de broderies vendant en gros et en demi-gros; fabricants de dentelles vendant en gros et en demi-gros; entrepreneurs de fabrication de dentelles ou broderies sur tulle; fabricants de filets, gants, mitaines, résilles ou autres ouvrages à mailles vendant en gros et en demi-gros; fabricants de vêtements confectionnés vendant en demi-gros.....	31	2e	1° Professions énumérées aux 3e et 4e classes du tableau A susmentionné, à l'exception de celles indiquées aux paragraphes 4, 5 et 6 de la 1re catégorie.............. .... 2° Professions énumérées aux 5e, 6e, 7e et 8e classes dudit tableau A........... ..... 3° Exploitants de cafés chantants, cafés-concerts, cafés-spectacles......................... 4° Marchands forains; exploitants directeurs ou entrepreneurs de spectacles, concerts, casinos et de tous établissements forains; tenants d'établissements forains pour la vente des objets de consommation; loueurs de chaises........ 5° Marchands expéditeurs de denrées et autres objets de consommation...................... 6° Adjudicataires, concessionnaires ou fermiers des droits de halles, marchés, emplacements et des autres services publics.............. 7° Entrepreneurs, maîtres ou patrons de barques et bateaux pour le transport des marchandises; entrepreneurs de bateaux à vapeur et de bateaux à vapeur remorqueurs; entrepreneurs de diligences; tenants et exploitants de bateaux à laver ou lavoirs publics; exploitants de machines agricoles	9

Les électeurs non patentés seront rangés dans la 1re catégorie, à l'exception de ceux ayant exercé une profession classée dans la 2e catégorie qui feront partie de cette catégorie.

Vu pour être annexé au décret en date du 11 août 1908.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

JEAN CRUPPI.

(*Journal Officiel du* 18 *août* 1908.)

Décret relatif à la protection temporaire de la propriété industrielle dans les expositions organisées en France avec l'autorisation de l'Administration ou avec son patronage.

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Vu la loi du 13 avril 1908, relative à la protection temporaire de la propriété industrielle dans les expositions internationales étrangères officielles ou officiellement reconnues et dans les expositions organisées en France ou dans les colonies avec l'autorisation de l'administration ou avec son patronage;

Vu notamment l'article 4 de ladite loi qui est ainsi conçu :

« La même protection est accordée aux inventions brevetables, aux dessins et modèles, ainsi qu'aux marques de fabrique ou de commerce pour les produits régulièrement admis aux expositions organisées en France ou dans les colonies avec l'autorisation de l'Administration ou avec son patronage.

« Un décret déterminera les mesures nécessaires pour l'application du présent article »,

Décrète :

ART. 1er. — Tout exposant ou ses ayants droit qui voudront bénéficier de la protection temporaire accordée par la loi du 13 avril 1908 aux inventions brevetables, aux dessins et modèles industriels et aux marques de fabrique ou de commerce pour les produits qui seront régulièrement admis aux expositions organisées en France avec l'autorisation de l'Administration ou avec son patronage, devront se faire délivrer, par le préfet si l'exposition a lieu dans l'arrondissement chef-lieu, ou par le sous-préfet si l'exposition a lieu dans les autres arrondissements, un certificat de garantie.

ART. 2. — La demande du certificat de garantie devra être faite au cours de l'exposition et, au plus tard, dans les trois mois de l'ouverture officielle de l'exposition, si sa durée excède ce délai; elle sera accompagnée :

1° D'une description exacte en langue française des objets à garantir et, s'il y a lieu, de dessins desdits objets. Les descriptions et dessins doivent être établis par les soins des exposants ou de leurs mandataires, qui certifieront, sous leur responsabilité, la conformité des objets décrits ou réduits avec ceux qui sont exposés;

2° D'une attestation descriptive signée du commissaire de l'exposition ou de l'autorité chargée de délivrer le certificat d'admission, constatant que les objets pour lesquels la protection temporaire est requise sont réellement et régulièrement exposés.

La délivrance du certificat est gratuite.

ART. 3. — Le certificat de garantie assure aux exposants ou à leurs ayants cause, à l'exception du droit de poursuite et sous les réserves insérées à l'article 1er, paragraphe 2, de la loi du 13 avril 1908, pendant une durée de douze mois à dater de l'ouverture officielle de l'exposition, les mêmes droits que leur conférerait le dépôt légal d'une demande de brevet d'invention, d'un dessin ou modèle de fabrique ou d'une marque de fabrique ou de commerce, sans préjudice du brevet qu'ils peuvent prendre ou du dépôt qu'ils peuvent opérer avant l'expiration du délai précité.

ART. 4. — Les demandes, ainsi que les décisions prises par le préfet et le sous-préfet, sont inscrites sur un registre spécial qui doit être transmis immédiatement après la clôture de l'exposition au Ministère du Commerce et de l'Industrie, pour être communiqué sans frais par les soins de l'Office national de la propriété industrielle, à toute réquisition.

ART. 5. — Le Ministre du Commerce et de l'Industrie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 17 juillet 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

JEAN CRUPPI.

NUMÉRO D'ORDRE du certificat : ....

(1) Si la demande est faite par un fondé de pouvoirs, on indiquera le nom et le domicile en ajoutant : fondé de pouvoirs de M...

Modèle de certificat de garantie.

Le préfet d.................... (ou le sous-préfet d...................),

Vu la demande en date du.. ... formée par M. (1)..........................., domicilié à.................................., tendant à obtenir le bénéfice de la protection temporaire accordée par la loi du 13 avril 1908 pour (désignation de l'objet)... exposé le...............................190 à l'exposition de........................ autorisée par (désignation de l'administration qui a organisé, autorisé ou patronné l'exposition)........................;

Vu la description exacte (en langue française) de l'objet à garantir et les dessins dudit objet, description et dessins établis par les soins de l'exposant (ou de son mandataire), qui a certifié sous sa responsabilité la conformité de l'objet décrit avec l'objet exposé;

Vu l'attestation descriptive signée du commissaire de l'exposition (ou l'autorité chargée de délivrer le certificat d'admission) constatant que l'objet pour lequel la protection temporaire est requise est réellement et régulièrement exposé;

Délivre le présent certificat qui lui est accordé gratuitement et sans autre dérogation aux lois sur les brevets d'invention, sur les dessins ou modèles industriels et sur les marques de fabrique ou de commerce.

Fait à ....

(Date et signature.)

Vu pour être annexé au décret en date du 17 juillet 1908.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

JEAN CRUPPI.

(*Journal officiel* du 19 juillet 1908.)

Décret modifiant le décret du 15 juillet 1893 (travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels).

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Vu les articles 4, 5, 6 et 7 de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels;

Vu les décrets des 15 juillet 1893, 26 juillet 1895, 29 juillet 1897, 24 février 1898, 1er juillet 1899, 18 avril 1901, 4 juillet 1902, 14 août 1903, 23 novembre et 24 décembre 1904;

Vu l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures;

Vu l'avis de la Commission supérieure instituée par l'article 22 de la loi précitée;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

ART. 1er. — Le paragraphe 1er de l'article 5 du décret du 15 juillet 1893 est modifié et rédigé comme il suit :



« ART. 5. — Les industries pour lesquelles les restrictions relatives à la durée du travail pourront être temporairement levées par l'inspecteur divisionnaire pour les enfants âgés de moins de 18 ans et les femmes de tout âge sont les suivantes. »

ART. 2. — La rubrique « Beurreries et fromageries non annexées à une ferme ou à un groupe de fermes réunies par un lien coopératif », insérée aux articles 3 et 5 du décret du 15 juillet 1893, modifié, est remplacée dans chacun de ces articles par les rubriques suivantes :

« Beurreries industrielles.

« Fromageries industrielles.

« Lait (Établissements industriels pour le traitement du). »

ART. 3. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 3 juillet 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Travail
et de la Prévoyance sociale,

RENÉ VIVIANI.

(*Journal officiel* du 21 juillet 1908.)

Décret complétant le Tableau B annexé au décret du 13 mai 1893, relatif à l'emploi des enfants, filles mineures et femmes aux travaux dangereux ou insalubres.

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Vu l'article 12 de la loi du 2 novembre 1892 ainsi conçu :

« Les différents genres de travail présentant des causes de danger, ou excédant les forces, ou dangereux pour la moralité, qui seront interdits aux femmes, filles et enfants, seront déterminés par des règlements d'administration publique » ;

Vu le décret du 13 mai 1893, complété par ceux des 21 juin 1897, 20 avril 1899, 3 mai 1900 et 22 novembre 1905 ;

Vu l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures ;

Vu l'avis de la Commission supérieure instituée par l'article 22 de la loi précitée ;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

ART. 1er. — La nomenclature du Tableau B annexé au décret du 13 mai 1893, relatif à l'emploi des enfants, des filles mineures et des femmes aux travaux dangereux ou insalubres, est complétée conformément au Tableau annexé au présent décret.

ART. 2. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Rambouillet, le 10 septembre 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Travail
et de la Prévoyance sociale,

RENÉ VIVIANI.

TABLEAU B.

Article à ajouter à la nomenclature du décret du 13 mai 1893.

TRAVAUX.	RAISONS de l'interdiction.
Conduite et surveillance des lignes, appareils et machines électriques de toute nature dont la tension de régime par rapport à la terre dépasse 600 volts pour les courants continus et 150 volts (tension efficace) pour les courants alternatifs.	Nécessité d'un travail prudent et attentif.

(*Journal officiel* du 13 septembre 1908.)

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocation d'Assemblée générale. — L'Union électrique. Assemblée ordinaire le 10 octobre, 11h, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Nouvelles Sociétés. — Société en nom collectif Hosser, Fersing et de Carsalade : *L'Électrique de Saint-Julien*. Siège social : à Saint-Julien-du-Sault (Deux-Sèvres). Durée : 15 ans. Capital : 75000fr.

Société en nom collectif Baron frères, entrepreneurs d'installations électriques, 49, rue Paulin, à Bordeaux (Gironde). Durée : 9 ans 8 mois. Capital : 20000fr.

Avis commerciaux. — DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR (1). — N° 730. *Natal*. — Le port de Durban. — Importations et exportations du Natal. — Produits de la colonie. — Commerce français. — Renseignements généraux.

N° 731. *Allemagne*. — Le commerce et la navigation de Brême en 1907.

N° 732. *Possessions anglaises d'Afrique : Le Cap*. — Mouvement commercial de l'Afrique australe en 1906 par pays de provenance et de destination. — Part de la France dans ce mouvement.

N° 733. *Équateur*. — Situation commerciale de l'Équateur à la fin de l'année 1906.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 14 au 25 septembre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE.
	£ sh d	£ sh d
14 septembre	60 15 »	63 5 »
15 »	60 15 »	63 5 »
16 »	60 10 »	63 » »
17 »	60 2 6	63 » »
18 »	59 15 »	63 » »
21 »	59 10 »	62 10 »
22 »	59 » »	62 10 »
23 »	59 2 »	62 5 »
24 »	59 15 »	62 5 »
25 »	60 5 »	62 10 »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

(1) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

CONGRÈS.

Congrès international du Froid (Paris, 5-12 octobre 1908). — Nous avons déjà signalé ce Congrès à nos lecteurs dans les numéros du 30 juin (p. 481), du 15 août (p. 119) et du 30 août (p. 168); dans ce dernier, nous donnions le programme des travaux, des excursions et des réceptions.

En vue de faciliter la discussion des nombreux rapports qui seront présentés à ce Congrès, la Commission des rapports vient de publier un Volume de 336 pages contenant les résumés des rapports et communications qui ont été déposés au bureau du Congrès avant le 26 août dernier. Même en ne prenant que les rapports et communications qui intéressent directement les électriciens, la liste en serait trop longue pour être publiée ici. Bornons-nous à signaler un rapport à propos duquel une mention spéciale est faite dans la préface du Volume : c'est le rapport de M. Maurice Leblanc sur *l'unification des mesures frigorifiques et les essais des machines à froid*, rapport qui est publié presque en entier.

Ajoutons que les rapporteurs auront 10 à 15 minutes pour présenter en séance les points importants de leurs rapports. Cette présentation sera faite, au choix des rapporteurs, en français, anglais, allemand ou italien; des interprètes autorisés et compétents en donneront la traduction séance tenante. Après le Congrès, ces rapports et les discussions auxquelles ils auront donné lieu seront publiés *in extenso*, groupés méthodiquement.

Rappelons que le secrétariat général du Congrès est 10, rue Denis-Poisson, Paris (XVIIe).

NÉCROLOGIE.

L'Académie des Sciences, si douloureusement éprouvée pendant ces dernières années; vient encore de perdre deux de ses membres les plus distingués : Henri Becquerel et Éleuthère Mascart; à peine connaissait-on le décès du premier, qu'on apprenait la mort du second; tous deux furent inhumés le samedi 29 août.

Henri Becquerel. — Becquerel est né à Paris le 15 décembre 1852, dans cette tranquille maison qu'on pouvait voir, il y a quelques années, à gauche de la cour d'honneur du Muséum et où son grand-père, Antoine Becquerel, et son père, Edmond Becquerel, ont passé leur existence, tout entière consacrée à l'étude.

Entré à l'École Polytechnique en 1872, il en sortait en 1874 comme ingénieur des Ponts et Chaussées pour y revenir deux ans après comme répétiteur de Physique; en 1892 il était chargé de la suppléance du cours de Physique qu'une grave maladie obligeait Potier à abandonner, et en 1895 il devenait titulaire de cette chaire qu'il a conservée jusqu'à sa mort.

Dès l'année 1889 l'Académie des Sciences l'appelait dans la section de Physique, succédant à Marcelin Berthelot, élu secrétaire perpétuel. Le 29 juin dernier elle le choisissait pour remplir cette dernière fonction, laissée vacante par la mort de de Lapparent qui, quelques mois auparavant, avait succédé à Berthelot.

Les premières recherches d'Henri Becquerel portèrent sur la polarisation rotatoire magnétique; elles furent suivies d'études théoriques et expérimentales sur divers sujets d'Optique. L'une de ces études, celle de la phosphorescence, qui avait déjà rendu illustre le nom de son père, Edmond Becquerel, devait plus tard rendre non moins notoire le nom d'Henri Becquerel. C'est, en effet, en étudiant les sels d'uranium qu'Henri Becquerel découvrit que ces sels émettent un rayonnement capable d'impressionner la plaque photographique et de décharger les corps électrisés, tout comme les rayons X récemment découverts par le D^r Rœntgen : la radioactivité de la matière se trouvait ainsi mise en évidence en 1896. Cette découverte fut, comme on sait, des plus fécondes pour le développement de la Physique; elle devint en effet l'origine des recherches qui conduisirent Curie et Mme Curie à l'obtention des sels de radium, dont les propriétés semblaient tout d'abord devoir révolutionner les lois fondamentales de la Physique. Aussi lorsque, en 1903, l'Académie de Stockholm décerna le prix Nobel pour récompenser les savants qui s'étaient consacrés à l'étude de la radioactivité, elle associa les noms de H. Becquerel, de Curie et de Mme Curie.

La Société française de Physique, puis la Société internationale des Électriciens tinrent à honneur d'appeler H. Becquerel à la présidence de leurs travaux. Devant l'une et l'autre de ces Sociétés, H. Becquerel fit de brillantes communications et les électriciens ne peuvent manquer de se souvenir de la conférence sur les électrons qu'il fit le 1er mai 1907 en prenant la présidence de la Société internationale des Électriciens.

Éleuthère Mascart. — Né à Quarouble, près de Valenciennes (Nord), le 20 février 1837, Mascart entra à l'École Normale en 1858, passa avec succès les examens de l'agrégation des sciences physiques et naturelles en 1861 et ceux du doctorat en 1864. Il entra alors dans l'enseignement comme professeur au lycée de Metz, revint à Paris deux ans après et fut successivement professeur au lycée de Versailles et au collège Chaptal. Appelé en 1871 au Bureau central météorologique, il en devint directeur en 1878 et occupa ce poste jusqu'à l'an dernier, soit pendant près de 30 ans. En 1872, il était nommé professeur au Collège de France, en remplacement du célèbre physicien Regnault. Appelé à l'Académie des Sciences en 1884, il était le doyen de la section de Physique; en 1902, il remplaçait son ami Cornu comme membre du Comité international des Poids et Mesures.

Excellent professeur, Mascart a publié quelques-uns de ses cours. Citons son *Traité d'électricité statique*, ses *Éléments de Mécanique* et tout particulièrement les *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme* dont la première édition, écrite en collaboration avec M. Joubert, a servi à l'instruction de toute une génération d'électriciens. Citons encore : son remarquable *Traité d'Optique*, qui restera de longues années encore le Traité classique, *La Météorologie appliquée à la prévision du temps*, publié en 1881, et son ouvrage plus récent, *Traité de Magnétisme terrestre*, publié en 1900, qui tous deux font autorité en la matière.

Outre ces ouvrages, on doit à Mascart plusieurs mémoires et de nombreuses notes présentés à l'Académie des Sciences, et un assez grand nombre de communications à diverses sociétés, notamment à la Société internationale des Électriciens et à la Société française de Physique.

Les recherches de Mascart portèrent tour à tour sur l'Optique et sur l'Électricité. Dès 1862, à sa sortie de l'École Normale, il étudiait le spectre ultra-violet du Soleil et portait de 80 à 700 le nombre des raies connues de cette région du spectre ; peu après, il délaissait le prisme dont il s'était servi dans ses premiers travaux pour reprendre la même étude avec un réseau et présentait les résultats de ces nouvelles recherches en 1864 dans un mémoire à l'Académie des Sciences qui lui valut le prix Bordin. Dix ans plus tard, après avoir imaginé un nouvel interféromètre, Mascart aborda une importante série de recherches sur la réfraction et la dispersion dans les gaz, puis sur la variation de l'indice de réfraction de l'eau avec la pression et la température. Des recherches sur la réflexion métallique, sur l'optique physiologique, sur l'entraînement de l'éther par un corps lumineux en mouvement, etc., occupèrent également son activité.

Les travaux de Mascart en Électricité sont des plus variés. Amené par ses fonctions de directeur du Bureau central météorologique à des recherches sur l'électricité atmosphérique, il imagina l'électromètre qui porte son nom et qui est aujourd'hui si répandu ; il s'en servit pour étudier en détail l'état électrique de l'atmosphère en temps ordinaire et en temps orageux ; il s'en servit aussi pour la détermination des distances explosives en fonction de la différence de potentiel. D'un autre côté, le rôle important qu'il joua au Congrès d'Électricité de 1881 le conduisit à faire quelques travaux en vue de la détermination des unités électriques, notamment une mesure nouvelle de l'équivalent électrochimique de l'argent et, en collaboration avec MM. Benoit et de Nerville, une détermination de la valeur de l'ohm. On lui doit également quelques travaux sur l'électricité industrielle, en particulier une théorie de la commutation dans les dynamos, publiée en 1885 dans le *Journal de Physique* et dans *La Lumière électrique*. Citons encore quelques recherches sur les lampes à incandescence et l'invention du photomètre qui porte son nom.

Outre sa grande érudition, Mascart possédait des qualités oratoires et une rapidité de conception qui le faisaient rechercher pour diriger les discussions des assemblées. Aussi fut-il président non seulement des diverses sociétés savantes et techniques dont il faisait partie, mais aussi de la plupart des nombreuses commissions où l'appelait sa notoriété. Il savait toujours, quelle que soit la confusion des idées émises, faire prévaloir les idées dominantes et ainsi faire aboutir des discussions qui, sans son tact et son énergie, eussent été stériles. A ce point de vue, Mascart a rendu d'immenses services à la Science et à l'Industrie, et tout particulièrement à l'Électricité.

C'est qu'en effet, depuis l'origine de l'électricité industrielle, Mascart était de toutes les manifestations marquant le développement de celle-ci. Nous disions plus haut qu'il remplit un rôle important lors de la première de ces manifestations : le Congrès d'Électricité de 1881. Son rôle ne fut pas moindre à la Conférence de 1884. En 1900 il dirigea, en qualité de président de la Société internationale des Électriciens qui, pour la seconde fois, l'appelait à cette fonction, le magnifique Congrès international des Électriciens.

Au Congrès de la Houille blanche en 1902, à divers autres congrès qui eurent lieu en France ou à l'étranger, en particulier au Congrès de Genève, en 1896, où furent discutées les unités photométriques, la haute autorité de Mascart se manifesta lors des résolutions définitives. La Commission électrotechnique internationale qui doit se réunir prochainement à Londres se proposait de le nommer président en remplacement de lord Kelvin; c'est dire la haute estime dont Mascart jouissait à l'étranger.

Parmi les œuvres dont l'industrie électrique est redevable à Mascart, celle qui fait le plus grand honneur à celui-ci est la fondation du Laboratoire central d'Électricité et de l'École supérieure d'Électricité. C'est en effet en 1887, alors que Mascart était pour la première fois président de la Société internationale des Électriciens, que, sur son initiative, cette fondation fut décidée. Bien que Mascart fît partie du monde officiel, il pensa qu'une œuvre destinée au développement de l'industrie devait être indépendante et, au lieu de solliciter le Gouvernement pour avoir les subsides nécessaires à cette fondation, il préféra s'adresser aux industriels. Grâce à ses démarches une somme de 100000^{fr} fut souscrite en quelques semaines; une somme égale prélevée sur les fonds du legs Giffard permit de commencer les travaux dès que les autorisations nécessaires furent obtenues. En 1893 on inaugurait le Laboratoire central; en 1894, l'École supérieure d'Électricité. On sait le développement qu'ont pris depuis ces deux institutions auxquelles Mascart ne cessa de se dévouer comme président du conseil de perfectionnement.

Les qualités d'administrateur dont Mascart avait donné des preuves comme directeur du Bureau central météorologique le firent rechercher par les sociétés industrielles. C'est ainsi qu'il devint président des conseils d'administration de plusieurs sociétés importantes, et là encore il contribua d'une autre façon au développement de l'industrie française.

Grâce à sa grande puissance de travail et au soin qu'il apportait à régler l'emploi de son temps, Mascart put pendant de longues années faire face à ses multiples occupations sans fatigue apparente. L'an dernier, il avait alors 70 ans, ses forces le trahirent et il dut abandonner la direction du Bureau central météorologique pour se retirer à sa maison de campagne de Poissy. C'est là qu'il s'éteignit après une longue et douloureuse maladie. La science et l'industrie électriques perdent en lui un de leurs plus vaillants champions.

J. B.

Tome X. N° 115. — 15 octobre 1908.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Dans un article publié dans le numéro du 30 août (t. X, p. 126) sur les usines génératrices alimentant la région qui s'étend le long de la Méditerranée, de la frontière italienne aux Cévennes, nous nous attachions à faire ressortir l'ensemble des dispositions prises pour que ces usines, les unes hydrauliques, les autres à vapeur, puissent se prêter un mutuel secours assurant la continuité de l'alimentation des réseaux en cas d'accident à l'une d'elles ou en cas d'augmentation soudaine de la consommation. La description de l'**usine génératrice à vapeur d'Arenc** que nous donnons plus loin (p. 255) donne un exemple des dispositions qui ont été appliquées sur les réseaux qui desservent la région environnant Marseille.

Au risque de quelques redites, rappelons que la région marseillaise est alimentée normalement par une ligne triphasée à 50000 volts partant de l'usine hydraulique de la Brillanne (décrite en détail p. 135 du numéro du 30 août) et une ligne triphasée à 30000 volts partant de l'usine hydraulique d'Entraygues (signalée p. 130 du même numéro), l'une et l'autre aboutissant au poste de transformation d'Allauch (décrit p. 147 du même numéro). Dans ce poste les deux tensions sont abaissées à 13500 volts, au moyen de groupes de trois transformateurs monophasés, groupes qui peuvent être indifféremment alimentés par l'une ou l'autre ligne [1], car il suffit de connecter les enroulements haute tension en étoile ou en triangle pour obtenir la même tension secondaire avec une tension primaire de 50000 volts aussi bien qu'avec la tension primaire de 30000 volts. De ce poste les courants triphasés à 13500 volts sont transmis à quelques autres postes situés dans la banlieue de Marseille où la tension est abaissée à 5500 volts, tension déjà adoptée pour le réseau primaire desservant les tramways de Mar-

[1] Dans le schéma de l'installation du poste d'Allauch donné par la figure 4 de la page 149 du numéro du 30 août nous avons indiqué, d'après les renseignements fournis à l'époque, les deux lignes d'alimentation comme venant de l'usine de la Brillanne. Si l'on se reporte au plan général des réseaux, publié pages 128 et 129, on voit, en effet, que deux lignes différentes à 50000 volts relient cette usine au poste de sectionnement de Pourrières et que ce poste est lui-même relié au poste de transformation d'Allauch par deux lignes à haute tension, l'une à peu près directe, l'autre passant par le poste de sectionnement de Saint-Maximin. Comme ce dernier poste est lui-même relié à l'usine d'Entraygues, il est donc possible d'alimenter la seconde ligne d'amenée au poste d'Allauch par les courants à 30000 volts provenant de cette usine. Or c'est précisément ce qu'on faisait lors de notre dernière visite, il y a quelques semaines, au poste d'Allauch.

seille, ce qui explique son choix, la Compagnie des Tramways de Marseille étant le premier et l'un des plus importants clients de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen.

Ce réseau à 5500 volts peut donc être considéré comme le réseau primaire desservant Marseille et sa banlieue; il peut être indifféremment alimenté soit par le poste de transformation d'Allauch et les postes secondaires qui y sont reliés, soit par l'usine à vapeur de Saint-Giniez de la Compagnie des Tramways.

Lorsque la Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille décida la construction d'une usine électrique sur les terrains qu'elle possédait à Arenc dans le voisinage de son usine à gaz, pour distribuer l'éclairage et la petite force motrice, on envisagea la possibilité d'alimenter ultérieurement le réseau de distribution de cette usine par le réseau primaire à 5500 volts de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, et dès lors on fut conduit à y placer des alternateurs à 5500 volts. De ce fait l'usine d'Arenc est devenue, au même titre que l'usine de Saint-Giniez, une usine de secours pour l'alimentation du réseau à 5500 volts, et ce rôle d'usine de secours se trouvera très prochainement accentué, car, ainsi qu'on verra dans l'article consacré à cette usine, on y a prévu l'installation de deux groupes turbo-alternateurs à 13500 volts, dont l'un est actuellement en montage, qui seront reliés au réseau formé par les lignes à 13500 volts qui partent du poste d'Allauch.

Les quelques indications que nous donnons sur les **réseaux de distribution de Marseille** appartenant à la Société du Gaz et de l'Électricité (p. 271) et la description que nous publions de la **station de transformation du Muy** (p. 261) indiquent comment l'énergie électrique amenée par le réseau à 5500 volts est transformée pour la distribution : des postes de transformateurs statiques abaissant la tension à 120 volts pour le réseau alternatif à 4 fils (120 et 190 volts); des groupes moteurs-générateurs pour l'alimentation du réseau continu à 3 fils (2×240 volts).

Dans l'article consacré au **réseau des tramways de Marseille** (p. 277) on verra que le passage de l'énergie du réseau alternatif à 5500 volts au réseau continu à 600 volts qui alimente ces tramways s'effectue au moyen de commutatrices.

***

Passant aux piles et accumulateurs, nous rappellerons qu'un brevet de M. Noyau sur les **piles primaires**, publié dans le précédent numéro (p. 223), indique deux procédés pour recueillir les composés oxygénés de l'azote qui s'échappent des piles où le dépolarisant est l'acide azotique.

Dans la communication de MM. Brown et Sayers publiée plus loin (p. 262), on trouvera des renseignements sur les divers procédés de **traitement des plaques d'accumulateurs** qui ne doivent être mises en service qu'un temps assez long après leur formation.

Aux nombreux dispositifs imaginés pour l'éclairage des trains au moyen d'accumulateurs chargés par une dynamo actionnée par l'essieu d'un véhicule, il faut ajouter le **dispositif de charge automatique des accumulateurs** breveté, par M. Bouchet, et dont on trouvera une description page 264. Ce dispositif peut d'ailleurs être appliqué aussi au cas ordinaire où la charge est faite par un réseau à potentiel constant, et il permet alors d'éviter toute surcharge de la batterie en déconnectant automatiquement celle-ci dès que la charge est complète.

***

L'article sur les **lignes de transmission et de distribution du Sud-Électrique** (p. 267) complète les descriptions données dans les numéros du 30 août (p. 152) et du 30 septembre (p. 220) des installations de cet important réseau, client, comme on sait, de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. A ce propos rappelons un article paru dans le dernier numéro, l'**usine génératrice à vapeur d'Arles** (p. 214), que le défaut de place nous a empêché de signaler dans la précédente chronique. Cette usine sert en effet de liaison entre les lignes de transmission à 50000 volts des courants de fréquence 25 p : s fournis par l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen et les lignes du Sud-Électrique où circulent des courants dont la tension est de 13500 volts et la fréquence 25 p : s. On a vu comment s'effectue cette double transformation de tension et de fréquence et comment aussi l'usine d'Arles peut servir de secours à l'usine de la Brillanne soit pour l'alimentation des lignes 13500 volts, 25 p : s, du Littoral méditerranéen, soit pour l'alimentation des lignes 13500 volts, 50 p : s, du Sud-Électrique.

Ces dernières lignes sont, ainsi qu'on le verra page 267, supportées par des poteaux en fer profilé en U. Suivant M. Dusaugey, directeur du Sud-Électrique, ces poteaux, beaucoup plus économiques que les poteaux en treillis, ont encore sur ceux-ci l'avantage de ne présenter aucun assemblage où peut se dissimuler la rouille. D'autre part ils donnent à la ligne un aspect plus satisfaisant que les poteaux en bois et n'occasionnent pas une augmentation

sensible des frais de premier établissement, le nombre des poteaux de fer étant, pour une même longueur de ligne, inférieur au nombre des poteaux de bois, les portées étant plus longues.

Sur ces lignes sont établis des postes de distribution et de dérivation dont on trouvera des exemples pages 269 et 270. Les postes de transformateur abaissant la tension à 500 volts ou à 120 volts suivant qu'il s'agit de distribuer la force motrice ou l'éclairage ont été décrits dans le précédent numéro (p. 222). Ce même numéro contenait la description de la sous-station d'Avignon que l'on peut prendre comme modèle des sous-stations érigées dans le voisinage des villes importantes : la tension y est réduite seulement de 13500 à 5000 volts et les courants à 5000 volts sont transmis par feeders souterrains à des postes où la tension est de nouveau abaissée à 120 volts. Ces sous-stations renferment généralement aussi des groupes moteurs-générateurs produisant du courant continu à 600 volts pour l'alimentation des tramways.

⁂

Dans son article sur le **calcul de l'enroulement d'une bobine** M. Weiss établit (p. 271) deux formules permettant de calculer le rayon du fil que l'on doit prendre pour constituer, avec une carcasse de dimensions déterminées, une bobine de résistance donnée; l'une des formules suppose que l'épaisseur de l'isolant est relativement grande; l'autre, plus simple, que cette épaisseur est petite.

⁂

Par sa souplesse de marche tout à fait comparable à celle du moteur à courant continu, le **moteur monophasé à collecteur** peut remplacer ce dernier non seulement dans la traction, application pour laquelle il a été tout d'abord imaginé, mais encore pour la conduite des machines-outils, des métiers de filatures, etc. C'est ce que montrait M. Jacquin dans un important article sur le **moteur à répulsion Déri à deux paires de balais** publié dans le dernier numéro (p. 225) et que nous regrettons de n'avoir pu signaler comme il convenait dans la précédente chronique.

Mais, de ce qu'il a la même souplesse de marche, il ne s'ensuit pas que le moteur monophasé à collecteur ait les mêmes qualités que le moteur à courant continu en ce qui concerne l'utilisation des matériaux et le rendement. Dans un article publié l'an dernier, M. R. Rougé montrait, en s'appuyant sur des documents publiés aux États-Unis, qu'à ces points de vue l'infériorité du moteur monophasé est manifeste. Aujourd'hui il revient sur cette question (p. 273), et, toujours en utilisant des résultats fournis par la pratique, il conclut que le **rendement du moteur monophasé** est inférieur à celui du moteur à courant continu. On peut dès lors se demander si les systèmes de traction dans lesquels l'énergie captée sur la ligne sous forme de courant alternatif à haute tension est transformée sur la voiture en courant continu alimentant les moteurs ne seraient pas, tout au moins dans certains cas, plus économiques que le système par moteurs monophasés. Et il est d'autant plus permis de se poser cette question que, comme nous allons le voir, l'étude du projet d'électrification de la ligne Baltimore-Annapolis a montré que l'exploitation eût été plus économique avec le courant continu qu'avec le courant alternatif, dépenses de premier établissement mises à part.

La substitution de la traction électrique à la traction à vapeur sur les lignes de chemins de fer est parfois motivée par des considérations économiques, lorsque le combustible brûlé sur les locomotives est cher ou lorsque la ligne présente de nombreuses et fortes rampes qui donnent lieu à une consommation anormale de charbon. Mais le plus souvent ce sont d'autres considérations, telles que augmentation du trafic, accroissement de la vitesse, qui imposent cette substitution. Ce sont précisément ces dernières considérations qui ont conduit à **l'électrification de la ligne Baltimore-Annapolis**, longue de 40^{km} environ, au sujet de laquelle M. Whitehead établit une comparaison entre la traction par courant continu à 600 volts et la traction par courant alternatif simple à 6600 volts.

Ainsi qu'on verra par l'analyse que nous donnons (p. 274) de cette étude, c'est le courant alternatif qui a été préféré au courant continu, bien qu'avec ce dernier l'énergie requise eût été un peu plus faible qu'avec le premier : 4200 kilowatts-heure par jour au lieu de 4350. C'est qu'en effet l'adoption du courant continu eût entraîné une augmentation des frais de premier établissement de 277000^{fr}, augmentation due pour la plus grande part à l'obligation de poser un rail de prise de courant et à la nécessité de donner une plus forte section aux conducteurs de transmission. En outre, le courant continu eût nécessité un plus grand nombre de sous-stations et, par suite, un personnel plus nombreux, ce qui eût augmenté les frais annuels d'exploitation d'environ 45000^{fr}, malgré les économies qui eussent pu être réalisées sur les frais d'entretien et de réparation du matériel roulant, lesquels sont moin élevés avec le courant continu qu'avec le couran alternatif.

J. Blondin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

DIX-NEUVIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

SOMMAIRE : Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes relative au règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et à l'envoi du décret du 3 avril 1908, p. 281. — Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes relative à la traversée des lignes de chemin de fer par des canalisations d'énergie électrique et à l'emprunt des voies ferrées par ces canalisations, p. 284.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

DIX-NEUVIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

SOMMAIRE : Bibliographie, p. 252. — Note à propos de la vérification des listes d'électeurs au Conseil des Prud'hommes, p. 252. — Liste des documents publiés dans le *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 252. — Demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. V.

Note à propos de la vérification des listes d'électeurs au Conseil des Prud'hommes.

Par arrêté en date du 29 septembre, le Préfet de la Seine informe les intéressés que les listes dressées en vue des prochaines élections du Conseil des Prud'hommes de Paris, reconstitué conformément à la loi du 27 mars 1907, seront déposées dans les Mairies *à partir du 5 octobre* et seront communiquées à tout requérant, *même les dimanches et jours fériés, jusqu'au* 19 *octobre*.

Les réclamations seront reçues pendant la même période au greffe des justices de paix correspondantes.

D'autre part, la Cour de cassation a décidé, par arrêt du 3 août dernier, qu'un même électeur ne peut être inscrit dans plusieurs catégories du même Conseil, celui-ci fût-il divisé en plusieurs sections (industrielle et commerciale).

Dans ces conditions, il importe que nos adhérents s'assurent que leur inscription a été effectuée et qu'elle répond à leurs convenances, la loi de 1907 leur reconnaissant le droit d'option entre la section industrielle ou commerciale lorsqu'il y a lieu.

Nous les invitons à faire d'urgence cette vérification.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
8° Le Rapport de M. Guieysse, sur les retraites ouvrières;
9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;
13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêtés organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements, p. 281. — Arrêté de la Cour de cassation du 28 mars 1908, p. 286.

Jurisprudence, Contentieux. — Arrêt de la Cour de cassation du 28 mars 1908, p. 283 (1).

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 288. — Tableau des cours du cuivre, p. 288.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92**.

DIX-NEUVIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la Chambre Syndicale du 29 septembre 1908, p. 253. — Liste des nouveaux adhérents, p. 254. — Compte rendu bibliographique, p. 254. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, p. 254.

(1) Cet arrêt, sur lequel nous attirons particulièrement l'attention de nos adhérents, a trait à l'application des décrets du 10 août 1899, relatifs aux conditions du travail dans les marchés passés au nom de l'État.



Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale du 29 septembre 1908.

La séance est ouverte à 2h.

Présents : MM. Brylinski, président; Debray, vice-président; Chaussenot, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Brillouin, Eschwège, Sée.

Absents excusés : MM. F. Meyer, président d'honneur; Cordier et Tainturier, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général; Bizet, Dusaugey, Javal, Mondon, Tricoche.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Il est rendu compte de la situation de caisse qui fait ressortir un total de ressources budgétaires de 28230fr,85, sur lesquelles il reste à encaisser 9789fr,05.

Nécrologie. — M. le Président a le regret de faire part du décès de MM. Mascart, membre de l'Institut, président du Comité permanent d'Électricité et du Comité électrotechnique français; Becquerel, membre de l'Institut, et Michel, administrateur de la Compagnie électrique Edison de Saint-Étienne et de la Compagnie électrique de la Loire. Les condoléances de la Chambre Syndicale ont été exprimées aux familles de ces deux savants.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire pour faire part des demandes d'adhésion et proposer les admissions. (*Voir* cette liste dans *La Revue électrique* des 30 juillet, 15 et 30 août, 15 et 30 septembre 1908.)

Correspondance et travaux intérieurs. — M. le Président rend compte de la correspondance échangée avec les membres du Syndicat depuis la dernière séance, relativement à des interprétations de traités et de polices, des vols d'électricité, des contestations avec les abonnés, à des questions de poids et mesures, d'assurances incendie, etc. Diverses demandes ont été faites sur l'application de la loi du 15 juin 1906.

Le service de placement indique quatre demandes, dix offres et cinq placements réalisés.

Le service de propagande a donné des résultats satisfaisants.

M. le Secrétaire fait part des circulaires et documents qui ont été envoyés aux adhérents depuis la dernière séance.

Cahier des charges type pour une concession accordée par l'État. — M. le Secrétaire fait part à la Chambre Syndicale que le cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État a paru dans l'*Officiel* du 25 août 1908 et a été reproduit dans *La Revue électrique* du 15 septembre.

M. le Président fait remarquer que ce cahier des charges diffère peu du cahier des charges pour une concession donnée par les communes; seules certaines dispositions qui sont facultatives dans la concession donnée par les communes ont été rendues obligatoires dans la concession donnée par l'Etat.

Brochure sur les distributions d'énergie. — M. le Secrétaire fait part que la brochure sur les distributions d'énergie reproduisant les documents officiels parus à ce jour sur cette question a été envoyée à toutes les usines adhérentes. Les adhérents pourront se procurer cette brochure dans les bureaux du Syndicat, au prix de 1fr,25.

Frais de contrôle et redevances. — M. Sée entretient la Chambre Syndicale de la question de l'application aux concessions antérieures au 15 juin 1906 des règlements d'administration publique relatifs aux frais de contrôle et aux redevances.

Après discussion, la Chambre Syndicale décide de demander une consultation à M. Frénoy et prie M. Sée de préciser dans une Note les principales difficultés d'application qui paraissent devoir se présenter. Une circulaire sera adressée à tous les membres de la Chambre Syndicale pour les inviter à signaler à M. Sée les cas particuliers qui ont pu venir à leur connaissance.

Décret complétant le Tableau B annexé au décret du 15 mai 1893, *relativement à l'emploi des femmes, filles mineures et enfants aux travaux dangereux et insalubres*. — M. le Secrétaire donne connaissance de ce décret du 10 septembre 1908 qui interdit d'employer les femmes, filles mineures et enfants à la conduite et à la surveillance des lignes, appareils et machines électriques de toute nature, dont la tension de régime par rapport à la terre dépasse 600 volts pour les courants continus et 150 volts (tension efficace) pour les courants alternatifs. Ce décret a été reproduit dans *La Revue électrique* du 30 septembre.

Ordonnance concernant les théatres, cafés-concerts et autres spectacles publics. — M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale l'ordonnance de M. le Préfet de police concernant les théâtres, cafés-concerts et autres spectacles publics, parue dans le *Bulletin municipal officiel* du 26 août 1908.

Documents officiels. — M. le Président fait part de la nomination de M. Alfred Picard comme président du Comité consultatif des Arts et Manufactures, en remplacement de M. Mascart, décédé.

M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale une proposition de loi portant application d'un droit de douane au carbure de calcium (Chambre des Députés, 11 juillet 1908).

M. le Secrétaire dépose sur le bureau le Rapport sur l'application de la loi du 2 novembre 1892 pendant l'année 1907.

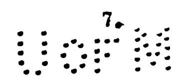
Régime de l'électricité a Paris. — M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale le *Bulletin municipal officiel* du 6 août 1908 contenant les projets de sous-stations et de canalisations autorisés par M. le Préfet de la Seine jusqu'au 1er août 1908.

Service du téléphone a Paris. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Brillouin concernant la réorganisation du service du téléphone à Paris.

M. le Président estime que l'idée présentée par M. Brillouin est très intéressante; mais il ne croit pas que le Syndicat puisse intervenir dans cette question. M. Brillouin partage cette manière de voir, mais demande aux membres de la Chambre Syndicale de soutenir son idée à titre individuel.

Droit de douane sur la force motrice. — M. le Président donne connaissance d'une lettre d'une Société

7.



adhérente, relativement à un questionnaire adressé par l'Inspecteur des douanes, pour obtenir certains renseignements sur la force motrice employée par les industriels du réseau français de cette Société.

La Chambre Syndicale approuve la réponse qui a été faite, engageant à fournir le plus sommairement possible les renseignements demandés par ce questionnaire.

INSTRUCTIONS SUR LE MONTAGE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — M. le Président donne connaissance des nouvelles instructions sur le montage des installations électriques rédigées par les Associations françaises d'appareils à vapeur de province.

La Chambre Syndicale exprime le regret que ces Associations aient cru devoir publier ces nouvelles instructions au moment même où la question, depuis longtemps en discussion dans les Syndicats les plus directement intéressés, est sur le point d'aboutir à l'Union des Syndicats de l'Électricité pour être soumise au Comité électrotechnique français.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ. — M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale le procès-verbal de la séance du 7 juillet 1908 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz et le compte rendu de l'Assemblée générale de ce Syndicat du 14 avril dernier.

SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau l'*Annuaire* 1908-1909 du Syndicat des Forces hydrauliques et le *Bulletin* d'août de ce Syndicat.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale les Bulletins de juillet et d'août de cette Fédération, contenant notamment un Rapport de la Chambre de Commerce de Lille sur la question des accidents du travail et une Note intéressante sur les horaires dans l'industrie.

UNION DES SERVICES MUNICIPAUX TECHNIQUES ET TRAVAUX PUBLICS. — Connaissance prise de la lettre de cette Union en date du 23 septembre, la Chambre Syndicale passe à l'ordre du jour.

INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE. — M. le Secrétaire donne connaissance à la Chambre Syndicale d'un Rapport de M. Barbillion sur l'Institut électrotechnique de Grenoble.

EXPOSITION DE NANCY. — M. le Secrétaire communique les Bulletins de juillet et août 1908 de l'Exposition de Nancy.

EXPOSITION DE LONDRES. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau la brochure offerte en souvenir de l'Exposition franco-britannique de 1908 par le groupe IV de la Section française.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Secrétaire transmet à la Chambre Syndicale une étude de M. Tissot sur l'industrie électrique en Suisse et la conférence de M. Lenel sur Calais, son port et son industrie.

CAISSE DE SECOURS MUTUELS GAZIÈRE. — M. le Secrétaire donne connaissance à la Chambre Syndicale des statuts des « Caisses de prévoyance et de secours des directeurs, ingénieurs, chefs de service et employés des entreprises exploitées par des Sociétés de gaz ou par des propriétaires d'usines à gaz en France et aux colonies », tels qu'ils ont paru dans le journal *Le Gaz*, numéro d'août 1908.

FOURNISSEURS. — M. le Secrétaire communique une brochure sur les chaudières Niclausse et un prospectus sur la lampe M. S.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 septembre 1908.

Membres actifs.

MM.

MERTZ (Fréjus) et SCHILFARTH (Georges), Ingénieurs électriciens exploitant des concessions d'éclairage, 2, rue Fantin-Latour, à Grenoble (Isère), présentés par MM. Brylinski et Fontaine.

POUSSIGUE (Léon), Directeur des Houillères de Ronchamp, à Ronchamp (Haute-Saône), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Membre correspondant.

MM.

HAGER (Édouard), Électricien, 37, rue de Mulhouse, Belfort (Haut-Rhin), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Usines.

Anneyron, Saint-Rambert d'Albon (Drôme), Lagnieu, Saint-Sorlin, Sault, Brenez et Villebois (Ain) : MM. Mertz et Schilfarth, Ingénieurs concessionnaires.

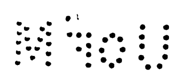
Société des Houillères de Ronchamp (Haute-Saône).

Usine électrique du Vésinet (Seine-et-Oise).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.





GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES ET TRANSFORMATRICES.

Usine génératrice à vapeur d'Arenc (Marseille). — L'usine à vapeur d'Arenc a été construite récemment par la Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille sur les terrains dont elle disposait près de son usine à gaz en bordure de la route d'Aix. Son installation a été confiée à la Compagnie Thomson-Houston, qui a sous-traité avec d'autres constructeurs, tels que les Forges et Chantiers, la maison Biétrix, etc., pour la partie du matériel qu'elle ne fabrique pas elle-même. La Société alsacienne de Constructions mécaniques a également participé à cette installation, en particulier pour les groupes transformateurs.

L'énergie électrique y est produite sous forme de courants triphasés à 5500 volts, à 25 ou à 50 p : s, et est en partie transmise à 50 p : s à des postes de transformation où la tension est abaissée à 110 volts pour la distribution dans la périphérie de Marseille; une autre partie est transmise à 25 p : s à une station de transformation, la station du Muy, où ils sont transformés en courant continu distribué dans la partie centrale de la ville par une canalisation à trois fils à 220 volts par pont; cette station est d'ailleurs reliée au poste de transformation de Castellane, appartenant au réseau de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen qui peut aussi l'alimenter en courants à 5500 volts, 25 p : s.

Tout récemment l'usine d'Arenc a été reliée au poste de transformation d'Allauch, alimenté à 50000 volts par l'usine hydraulique de la Brillanne, de deux façons différentes : d'abord par une canalisation directe formée de 2 feeders à 3 fils à 13500 volts; en second lieu par une canalisation, constituée aussi par 2 feeders à 3 fils à 13500 volts, allant de l'usine au poste de Castellane, lequel est lui-même desservi par le poste d'Allauch. Avec la liaison existant antérieurement par l'intermédiaire de la station du Muy et du poste de Castellane, les liaisons directes ou indirectes de l'usine avec les lignes à 13500 volts de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen sont donc au nombre de trois. La figure 1 indique le schéma de ces diverses liaisons.

Ces liaisons, complétées par des transformateurs abaissant la tension de 13500 volts à 5500 volts, donnent à l'usine d'Arenc une très grande souplesse pour l'alimentation de ses réseaux de distribution. Elle peut en effet, en cas de surcharge du réseau alternatif 5500 volts, 50 p : s, desservi directement par l'usine, ne plus contribuer à l'alimentation de la station du Muy, dont le fonctionnement reste assuré par le poste de Castellane; elle peut même,

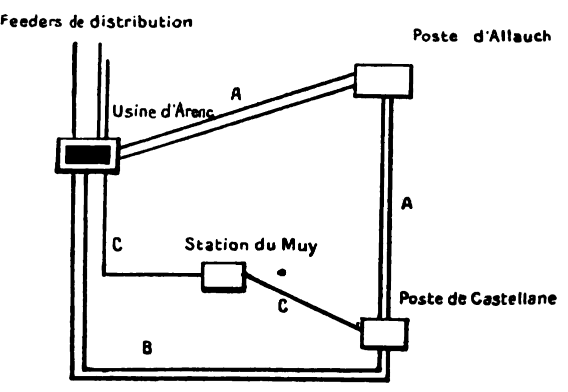


Fig. 1. — Schéma des liaisons de l'usine d'Arenc.
A, A, Feeders à 13500 volts, 25 p : s, de $3 \times 70^{mm^2}$;
B, Feeders à 13500 volts, 25 p : s, de $3 \times 50^{mm^2}$;
C, Feeder à 5500 volts, 25 p : s.

en cas de surcharge encore plus grande ou d'accidents aux groupes générateurs, se servir des transformateurs de fréquence installés dans l'usine pour transformer en courants à 5500 volts, 50 p : s, l'énergie fournie par les lignes de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen sous forme de courants à 13500 volts, 25 p : s.

Ces mêmes liaisons permettraient évidemment de faire servir au besoin l'usine d'Arenc à l'alimentation des lignes à 13500 volts de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Toutefois, en raison des transformations nombreuses que nécessiterait cette alimentation, il était préférable de profiter d'une extension de l'usine pour y installer deux groupes turbo-alternateurs de 3000 kilowatts donnant des courants à 13500 volts, 25 périodes, et pouvant dès lors être reliés directement aux lignes à 13500 volts de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen; un de ces groupes est actuellement en montage.

La figure 6 donne le plan d'ensemble de l'usine actuelle; la partie située à droite de la ligne médiane en pointillé est celle construite en premier lieu; celle située à gauche est de construction toute récente. On avait prévu tout d'abord que l'extension de l'usine serait symétrique à la partie déjà construite : de là la dénomination d'*axe de symétrie* que nous avons fait mettre sur la ligne de démarcation de la partie ancienne et de la partie nouvelle de l'usine. La figure 7 donne une coupe transver-

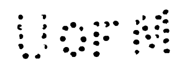


Fig. 2. — Usine d'Arenc. Turbo-alternateurs.

sale de la partie ancienne; les figures 2 à 5, des vues intérieures de cette même partie; enfin les figures 8 et 9 donnent une vue de face et une section du tableau à 13500 volts nouvellement installé.

Salle des chaudières. — Deux chaufferies desserviront l'usine lorsque l'extension en cours d'exécution sera achevée; l'une alimentera les groupes turbo-alternateurs à 5500 volts; l'autre, les groupes à 13500 volts. Cette dernière sera constituée par 16 chaudières Niclausse, dont 8 sont actuellement en montage.

La chaufferie actuelle comprend six groupes de deux chaudières C (*fig.* 6 et 7) multitubulaires. Les huit chaudières de l'installation primitive, du type Buttner, ont chacune une surface de chauffe de 250$^{m^2}$ et sont munies de surchauffeurs de 50$^{m^2}$ de surface permettant de porter à 300° la totalité de la vapeur produite à 13 kg : cm², soit 3125^{kg} de vapeur par chaudière en marche normale et 3500^{kg} en poussant les feux au moyen d'un ventilateur à commande électrique A. Les quatre nouvelles chaudières, du type Babcock et Wilcox, ont 6$^{m^2}$,20 de surface de grille, 265$^{m^2}$

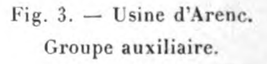

Fig. 3. — Usine d'Arenc. Groupe auxiliaire.

Fig. 4. — Usine d'Arenc. Tableau de distribution.

de surface de chauffe, un surchauffeur de 65$^{m^2}$; un second ventilateur a été installé pour les desservir.

L'alimentation se fait par l'intermédiaire de 8 économiseurs Green à 72 tubes et de 4 économiseurs Green à 96 tubes.

L'eau d'alimentation est envoyée aux chaudières par 4 pompes alimentaires dont 2 à vapeur et 2 à commande électrique.

Les chaudières sont chauffées au coke. Ce combustible arrive directement de l'usine à gaz, par un Decauville, dans des wagonnets à bascule dont le contenu est versé dans des soutes placées derrière les chauffeurs. Ces soutes ont 3^m,75 de hauteur, c'est-à-dire la différence de niveau existant entre le sol de l'usine à gaz et celui de l'usine électrique.

Salle des machines. — Cette salle renferme actuellement : 4 groupes générateurs de 1000 kilowatts dont 3 sont à 25 p : s et le dernier, d'installation récente, à 50 p : s; les groupes d'excitation; des convertisseurs de fréquence; les tableaux de distribution à 5500 volts et à 13 500 volts. Un groupe générateur de 3000 kilowatts à 13500 volts, 25 p : s, est, comme nous l'avons dit, en montage; un emplacement est réservé pour un groupe générateur de 1000 kw. et pour un de 3000 kw.

Groupes générateurs. — Les turbo-alternateurs sont du type Curtis à axe vertical. Ceux de 1000 kilowatts ne diffèrent de ceux de l'usine d'Arles que par quelques détails : la vitesse angulaire est de 1500 t : m au lieu de 750 t : m; les pivots, au lieu de tourner dans l'huile, tournent dans de l'eau comprimée à 25 kg : cm² par deux pompes débitant 75 l : m et commandées par moteurs électriques à courant continu sous 125 volts; la surface de refroidissement des condenseurs n'est que 385$^{m^2}$, au lieu de 1000$^{m^2}$, et le débit de la pompe de circulation de 450$^{m^3}$ à l'heure au lieu de 1500$^{m^3}$; enfin la puissance du moteur électrique commandant les trois pompes de circulation à eau condensée et à air sec n'est que de 55^{chx}.

Fig. 5. — Un des groupes d'excitation (en premier plan) et les deux convertisseurs de fréquence (en arrière-plan) de l'usine d'Arenc.

Comme à l'usine d'Arles le refroidissement de l'eau de circulation s'effectue dans un réfrigérant; celui-ci couvre une surface d'environ 400$^{m^2}$ et a une hauteur de 24^m.

Le groupe électrogène de 3000 kilowatts, 13500 volts, 25 p : s, tournera à la vitesse angulaire de 750 t : m. Sa vitesse à vide n'excédera pas cette dernière de plus de 2 pour 100, en admettant que l'on ne touche pas au régulateur; pour des variations brusques de 75 pour 100 de la charge les variations de vitesse correspondantes ne dépasseront pas 5 pour 100 et elles resteront inférieures à 10 pour 100 pour la mise ou rupture de la pleine charge. Il pourra supporter sans inconvénient une surcharge de 50 pour 100 pendant 2 heures consécutives ou une surcharge momentanée de 75 pour 100.

Le pivot de ce groupe baignera dans de l'huile comprimée à 50 kg : cm², laquelle assurera également le graissage des paliers et le fonctionnement du servomoteur du régulateur. Cette huile sera comprimée par 2 pompes à commande électrique pouvant débiter 100^l par minute; elle sera emmagasinée dans un accumulateur pouvant débiter 150^l par minute et muni d'un compresseur d'air à commande électrique pour le renouvellement de la provision d'air de l'accumulateur.

Le condenseur, à corps tubulaire horizontal de 1000$^{m^2}$ de surface de refroidissement, sera muni d'une pompe centrifuge de circulation débitant 1500$^{m^3}$ à l'heure et commandée par un moteur triphasé de 120 chevaux, 750 t : m, 220 volts, 25 p : s, d'une pompe à air sec et d'une pompe à eau condensée mues par un moteur de 30 chevaux, 500 t : m, 220 volts et 25 p : s.

Groupes d'excitation. — Le groupe d'excitation à vapeur est formé d'une machine donnant 100 chevaux effectifs à la vitesse angulaire de 350 t : m et accouplée directement à une dynamo de 75 kilowatts à 120 volts.

Le groupe électrique de l'ancienne installation est

LÉGENDES DES FIGURES 1 ET 2.

A, Ventilateurs de soufflage.
B, Carneau de soufflage.
C, Chaudières.
E, Économiseurs.
F, Carneau de fumée.
G, Cheminée.
H, Pompes d'alimentation électriques.
I, Turbo-alternateurs de 1000 kw. et de 3000 kw.
J, Condenseurs.
K, Pompes de circulation.
L, Pompes à air sec.
M, Pompes à eau condensée.
N, Groupes d'excitation électriques.
N', Groupes d'excitation à vapeur.
R, Transformateurs de fréquence.
T, Transformateurs de fréquence de 13 500 à 5500 volts.

Fig. 6. — Plan d'ensemble de l'usine d'Arenc.

constitué par un moteur d'induction, alimenté sous 220 volts et démarrant à demi-tension, et par deux dynamos de 50 kilowatts fournissant du courant sous 120 volts; les nouveaux groupes sont formés chacun d'un moteur de 180 chevaux, alimenté sous 5500 volts et d'une seule dynamo à 125 volts.

Une batterie d'accumulateurs de 60 éléments d'une capacité de 315 ampères-heure au régime de décharge en 3 heures sert de réserve. La recharge de cette batterie est assurée par un groupe moteur-survolteur comprenant un moteur de 7 chevaux, 1200 t : m, courant continu sous 120 volts, et un survolteur de 75 à 100 ampères sous une tension variant de 50 à 0 volt.

Transformateurs de service intérieur. — Ce sont des transformateurs monophasés de 75 kilowatts abaissant la tension de 5500 à 220 volts. Une prise au milieu de l'enroulement permet d'obtenir une tension moitié moindre pour le démarrage des moteurs. Ces transformateurs sont alimentés par des courants à 25 p : s.

Transformateurs de fréquence. — Ils comprennent un moteur synchrone de 760 chevaux à 500 t : m alimenté par des courants à 25 p : s et un alternateur fournissant des courants à 50 p : s. En bout d'arbre est calé un moteur à courant continu servant au démarrage. Les rendements de ces groupes sont de 88 pour 100 à pleine charge et 84,5 pour 100 à demi-charge.

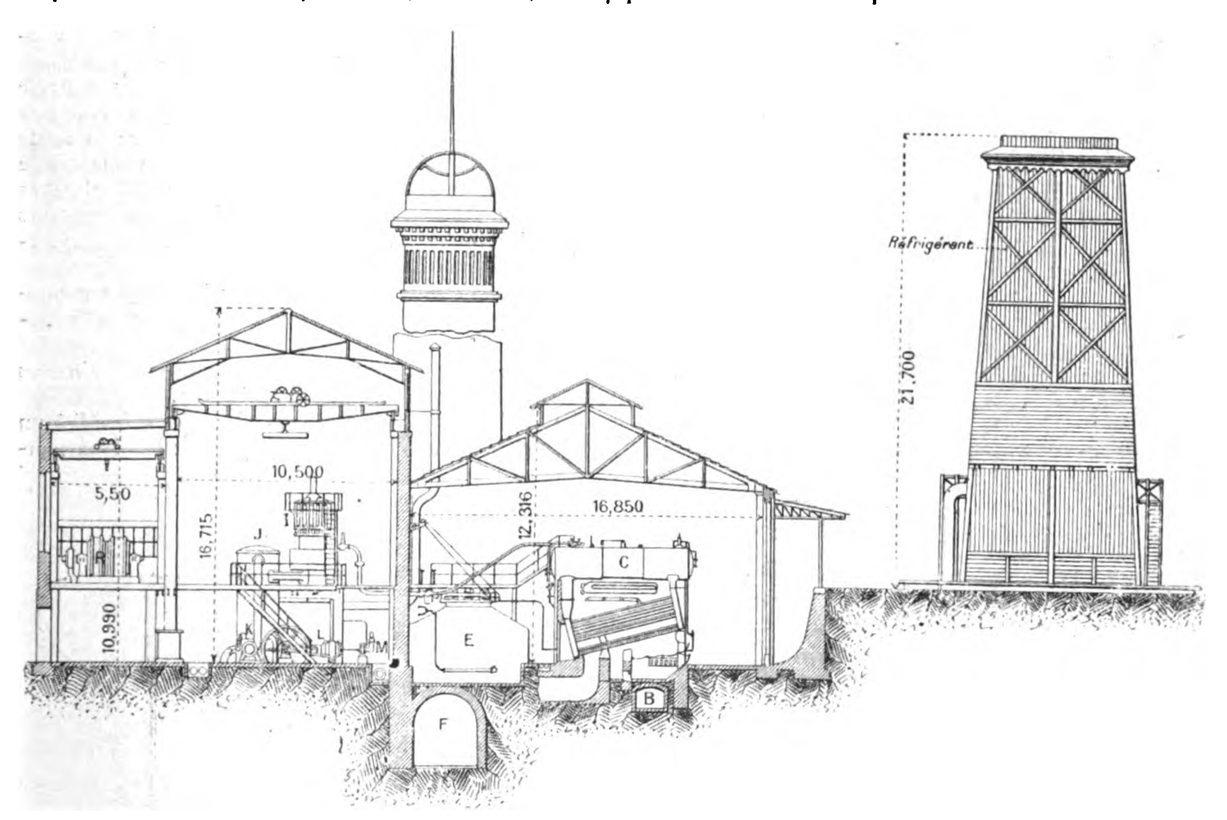


Fig. 7. — Coupe transversale de l'usine d'Arenc.

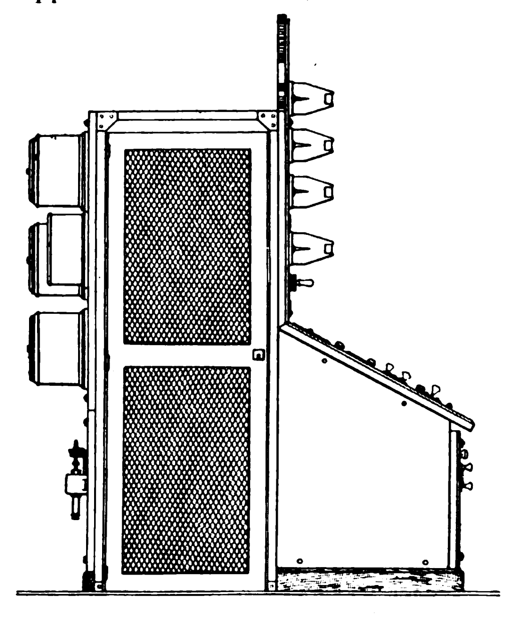
Tableau de distribution à 5500 volts. — Ce tableau, que montre la figure 4 comporte trois parties principales : l'une réservée au courant continu; une autre réservée au courant alternatif 25 p : s; la troisième au courant alternatif, 50 p : s.

Le *tableau à courant continu* est établi de manière à assurer tous les services intérieurs : mise en parallèle des différents groupes entre eux et avec la batterie, fonctionnement en moteur ou en dynamo des machines à courant continu montées en bout d'arbre des groupes convertisseurs de fréquence, etc. En outre, pour éviter que, par suite d'un démarrage d'un groupe, la tension ne vienne à baisser sur le circuit d'excitation des machines principales, le tableau à courant continu est muni de deux jeux de barres omnibus complètement indépendants l'un de l'autre en temps ordinaire, dont l'un sert à assurer le service d'excitation et l'autre les services intérieurs (éclairage, moteurs de la chaufferie, moteurs des transformateurs de fréquence, des pompes de graissage, ventilateurs et pompes, etc.).

Le *tableau à courant alternatif* 25 p : s, établi à deux jeux de barres omnibus, comprend les panneaux suivants : Les panneaux de feeders, au nombre de quatre, permettant, par l'intermédiaire de barres auxiliaires et de couteaux de sectionnement, d'alimenter l'un quelconque des câbles armés partant de l'usine, ou deux ou trois de ces câbles en parallèle, et ce, par l'un ou l'autre des panneaux ou par les quatre simultané-

ment. Ces panneaux sont munis de compteurs permettant de connaître la quantité d'énergie fournie ou reçue par l'ensemble de l'usine;

Cinq panneaux d'alternateurs, à savoir :



Deux panneaux pour les alternateurs ou moteurs synchrones à 25 cycles des groupes convertisseurs de fréquence. Ces panneaux peuvent chacun, par l'intermédiaire de couteaux de sectionnement, être branchés sur l'une ou l'autre série de barres omnibus ou sur les deux séries simultanément. Sur la base de chacun d'eux est fixé un interrupteur à plusieurs touches permettant d'augmenter ou de diminuer la résistance mise en série avec l'excitation des moteurs de démarrage de ces groupes. On peut ainsi régler la vitesse de ces moteurs et atteindre le synchronisme sans s'éloigner du panneau de l'alternateur;

Trois panneaux correspondant chacun à un alternateur de turbine à 25 p : s. Chacun de ces panneaux comporte les appareils normaux nécessaires au contrôle de la marche d'un alternateur et est muni en outre à sa base d'un interrupteur permettant de mettre en route le petit moteur de synchronisation placé au sommet de la turbine et freinant ou rendant plus libre le régulateur;

Un panneau pour la haute tension des transformateurs de service intérieur. Ce panneau est muni d'un interrupteur automatique à huile;

Un panneau, muni également d'un interrupteur automatique, pour l'arrivée des courants du poste de Castellane;

Enfin, deux panneaux pour les moteurs asynchrones des deux nouveaux groupes d'excitation.

Le *tableau à courant alternatif* 50 p : s, établi à un seul jeu de barres omnibus, comprend : les deux pan-

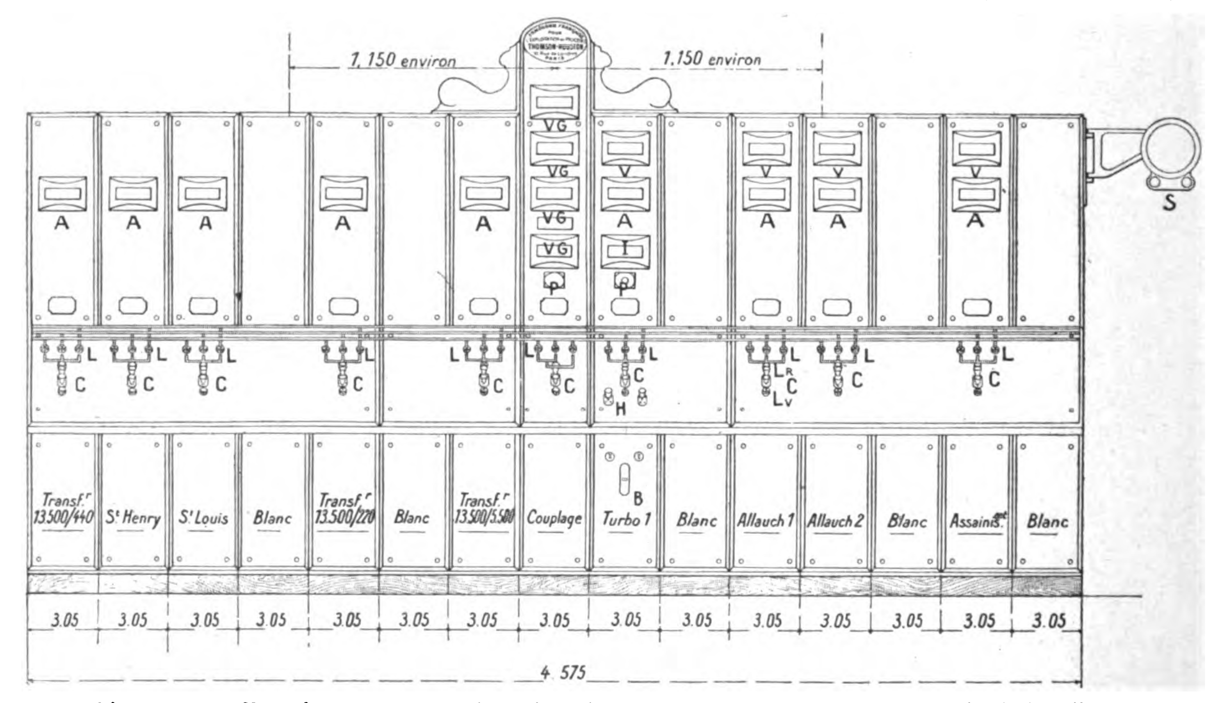


Fig. 8 et 9. — Vues de côté et avant du tableau de distribution à 13500 volts, 25 p : s, de l'usine d'Arenc.

A, Ampèremètre; B, Commutateur pour l'interrupteur de champ; C, Commutateur de l'interrupteur haute tension; H, Commutateur pour la commande du moteur de synchronisation; L, Lampes témoins rouge ou verte; P, Plots de synchronisation; S, Synchronisateur Lincoln; V, Voltmètre; VG, Voltmètre général, voltmètre enregistreur, indicateur du facteur de puissance et compteur.



neaux d'alternateurs à 50 p : s des transformateurs de fréquence qui ne présentent rien de particulier, trois panneaux de feeders correspondant chacun à un câble de départ, et un panneau pour l'alternateur à 50 p : s nouvellement installé.

Tableau à 13500 volts. — Ce tableau, placé dans l'angle de la partie récente de l'usine, n'est pas encore en fonction. C'est un tableau à pupitre (*fig.* 8 et 9) qui a été prévu pour le service de deux turbo-alternateurs à 13500 volts et 25 p : s, quatre arrivées et sept départs à la même tension et la même fréquence. Pour les débuts, il ne portera toutefois que les appareils correspondant à un turbo-alternateur, deux arrivées et six départs, quelques panneaux restant en blanc comme l'indique la figure.

Les indications portées sur cette figure et celles de la légende nous dispensent d'insister sur les divers appareils que portent les panneaux. Bornons-nous à signaler que sur les pupitres est gravé un schéma des barres de distribution montrant la position des interrupteurs à commande à main placés dans un bâtiment nouvellement ajouté à l'usine, lequel contient les barres à 13500 et à 5500 volts permettant les divers couplages des alternateurs à 13500 volts et des transformateurs T (*fig.* 6); deux lampes, l'une rouge, l'autre verte, correspondent à chacun de ces interrupteurs. De cette manière, le surveillant du tableau a constamment sous les yeux l'état des connexions. Veut-il les modifier, par exemple faire fermer un couteau? Il envoie un aide exécuter cette opération et celui-ci, aussitôt la manœuvre effectuée, appuie sur un bouton qui éteint l'une des lampes et allume l'autre. Dans le cas où l'aide oublierait de donner ce signal, il n'en résulterait d'autre inconvénient qu'un retard dans les manœuvres que se proposait d'effectuer le surveillant.

Station de transformation du Muy (Marseille). — La station de transformation du Muy appartient à la Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille; elle transforme les courants alternatifs triphasés à 5500 volts, 25 p : s, envoyés de l'usine d'Arenc ou du poste de transformation de Castellane en courant continu à 2 × 240 volts, alimentant la partie centrale de Marseille. L'équipement électrique de cette station a été fait par la Société alsacienne de Constructions mécaniques; il comprend des groupes moteurs-générateurs, des groupes compensateurs, des survolteurs, les appareils de manœuvre et de mesures des arrivées et départs de câbles, enfin une batterie d'accumulateurs de 250 éléments de 1800 ampères-heure.

Groupes moteurs-générateurs. — Chaque groupe comprend un moteur synchrone de 750 chevaux, alimenté par des courants à 5500 volts et à la fréquence 25 p : s actionnant une dynamo de 500 kilowatts donnant du courant continu à la tension de 450 à 500 volts. La vitesse angulaire est de 375 t : m; le poids de chaque groupe est de 18000^{kg}; le rendement à pleine charge, de 88 pour 100.

La mise en route de ces groupes se fait par le côté continu en intercalant dans l'induit un rhéostat de démarrage, et le couplage des moteurs synchrones s'effectue d'après les indications d'un synchronoscope.

Groupes compensateurs. — Chaque groupe est composé d'un moteur triphasé asynchrone de 220 chevaux démarrant par rhéostat intercalé dans le rotor et actionnant par manchon semi-élastique deux génératrices à courant continu de 75 kilowatts chacune, donnant une tension de 225 à 250 volts à la vitesse angulaire de 485 t : m. Le rendement à pleine charge est de 85 pour 100.

Groupes survolteurs. — Un groupe survolteur est destiné à la charge de la batterie. Il est formé d'un moteur triphasé asynchrone de 135 chevaux actionnant une génératrice à courant continu de 90 kilowatts, donnant une tension variant de + 150 à — 150 volts à la vitesse angulaire de 485 t : m.

Deux autres groupes ont pour but de maintenir constante la tension à l'extrémité de feeders de longueurs exceptionnelles. Ces survolteurs sont composés chacun d'un moteur à courant triphasé asynchrone de 50 chevaux, tournant à la vitesse angulaire de 735 t : m, et de deux génératrices de 30 kilowatts donnant du courant continu sous une tension de 0 à 150 volts. Les moteurs sont munis, pour le démarrage, d'un coupleur automatique qui met le rotor en court-circuit une fois l'appareil en vitesse.

Appareils de manœuvres et de mesures. — Chacun des groupes de câbles amenant les courants triphasés à 5500 volts est relié à un double jeu de barres collectrices par un double jeu de couteaux de sectionnement et d'interrupteurs automatiques à maximum et renversement de courant avec commande par relais wattmétrique. L'un des jeux de barres est en relation directe avec l'usine d'Arenc, l'autre avec le poste de Castellane.

Chacun des moteurs de la station peut être branché soit sur les barres Arenc, soit sur les barres Castellane, au moyen d'un commutateur commandé de l'avant du tableau; sur le branchement est intercalé un interrupteur automatique à maximum et à réenclenchement empêché en cas de court-circuit.

Les bornes courant continu de tous les groupes de la station sont reliées aux barres extrêmes du tableau basse tension par des câbles armés dans le circuit desquels sont intercalés des interrupteurs à main ou des interrupteurs automatiques à maximum et inversion.

Les appareils de mesure et de contrôle des groupes générateurs sont : sur le moteur, un ampèremètre, un wattmètre et un phasemètre; sur la génératrice, un ampèremètre.

Chaque feeder est commandé par deux interrupteurs automatiques à maximum.

Pour les groupes compensateurs, on a : un ampèremètre sur chaque fil extrême des génératrices; deux voltmètres donnant la tension sur chaque pont.

Le survolteur de batterie et les survolteurs d'artères comportent des ampèremètres sur le moteur triphasé et sur la génératrice.

Un voltmètre général à courant continu peut être

branché par un commutateur à douze directions sur toutes les machines et sur la batterie.

Le débit de chaque feeder est contrôlé par deux ampèremètres. Tous les fils pilotes des feeders sont réunis entre eux et à un voltmètre après avoir traversé un milliampèremètre à graduation dans les deux sens : le voltmètre indique la tension moyenne du réseau et les milliampèremètres indiquent les câbles où la chute de tension est plus forte et par conséquent ceux qu'il y a intérêt à décharger.

Tous les groupes sont munis de compteurs sur le circuit continu. Deux compteurs généraux à courants triphasés enregistent la consommation prise d'une part sur les circuits d'Arenc, d'autre part sur les circuits de Castellane; sur ces deux circuits sont également branchés un voltmètre de contrôle, un voltmètre enregistreur et un wattmètre enregistreur.

ACCUMULATEURS.

Sur le traitement des plaques d'accumulateurs avant leur mise en service, par O.-W. BROWN et R.-R. SAYERS. Communication à la douzième assemblée générale de l'American Electrochemical Society, à New-York, le 19 octobre 1907. (*Centralblatt f. Accumulatoren*, t. IX, 5 juillet 1908, p. 97). — Lorsque les plaques d'accumulateurs doivent être transportées à de grandes distances, ou encore lorsqu'elles doivent attendre longtemps leur mise en service, on les sèche préalablement. Afin que les plaques n'aient pas à souffrir de ce séchage et conservent leur capacité, leur rendement et leur durée, ce traitement doit être fait dans certaines conditions. C'est pour déterminer celles-ci que les auteurs ont entrepris les essais que nous résumons ici.

Les plaques négatives étaient constituées par des grilles Pumpelly de 119^{mm} de largeur, 194^{mm} de hauteur et 5^{mm} d'épaisseur. L'empâtage consistait en un mélange de 900^{g} de minium et de 150^{cm^3} d'acide sulfurique de poids spécifique 1.2. La grille pesait 340^{g}; elle renfermait 400^{g} de minium. On laissait les plaques sécher pendant 48 heures après l'empâtage; on les durcissait ensuite dans l'acide sulfurique de poids spécifique 1,1 et on les séchait finalement pendant 48 heures à la température ambiante.

Pour les plaques positives, on employait le même procédé; mais les grilles utilisées étaient du type ordinaire et avaient 122^{mm} de largeur, 197^{mm} de hauteur et 4^{mm} d'épaisseur. Elles pesaient 320^{g} et renfermaient 370^{g} de minium.

Pour la formation, chaque plaque était montée entre deux plombs de mêmes dimensions, avec séparateurs en ébonite dont les nervures appuyaient sur la plaque à former. L'ensemble formait un bloc bien serré, afin d'éviter les déformations. On introduisait de l'acide sulfurique de poids spécifique 1,1, puis on chargeait à 1,5 ampère (0,3 ampère par dm^2) jusqu'à obtention d'une tension cathodique de — 0,1 volt et d'une tension anodique de + 2,3 volts en utilisant comme électrode auxiliaire l'électrode cadmium. Cette charge durait 70 à 80 heures On déchargeait ensuite 14 heures à 1,5 ampère et l'on rechargeait à la même intensité.

Chacune des plaques ainsi formée était montée entre deux plaques de pôle contraire dans un bac renfermant 2^{l} d'acide sulfurique de poids spécifique 1,225. Après une charge à 3 ampères. on déchargeait et l'on rechargeait successivement plusieurs fois à 5 ampères. Les décharges étaient arrêtées à la tension cathodique + 0,25 volt et à la tension anodique + 2,00 volts. Pour les charges, on poussait jusqu'à la tension cathodique — 0,2 volt et jusqu'à la tension anodique + 2,45 volts.

Pour tous les essais de capacité, les éléments étaient chargés pendant la journée, restaient isolés pendant la nuit et étaient déchargés le lendemain.

Lorsque les plaques atteignaient une capacité constante, elles subissaient un traitement spécial de séchage. Elles étaient remontées ensuite dans les mêmes conditions que précédemment, puis, après charge complète, soumises aux décharges et charges successives à 5 ampères.

Les Tableaux suivants résument les résultats obtenus. Avant et après le traitement, chaque plaque faisait six essais différents; deux seuls sont portés ici. La température était maintenue à 25° C.; l'électrolyte avait un poids spécifique de 1,225 fin charge et de 1,2 fin décharge. Après le traitement les plaques chargeaient 20 heures à 1,5 ampère, puis à 5 ampères jusqu'à charge complète indiquée par la tension de chaque électrode.

Les traitements de séchage des plaques étaient les suivants :

La plaque négative 1, après avoir été sortie de l'acide, était lavée à l'eau distillée pendant 30 heures, puis séchée pendant 9 jours. La plaque traitée était un peu plus claire qu'avant et présentait de la sulfatation en quelques points. Le Tableau montre que le traitement n'a pas fait varier la capacité.

La négative 2 était portée dans l'eau distillée et déchargeait d'abord à 3 ampères, puis en court-circuit jusqu'à tension nulle. On la séchait enfin pendant 9 jours. Après traitement, la plaque était un peu plus sombre que précédemment et avait la même capacité.

La négative 3 était sortie de l'acide, puis séchée pendant 9 jours. Après traitement la plaque était fissurée et sulfatée; mais sa capacité n'avait pas varié.

La négative 4 était trempée pendant 30 heures dans une solution renfermant 300^{cm^3} de formaline (aldéhyde formique) à 40 pour 100 dans 2100^{cm^3} d'eau distillée. On la séchait ensuite pendant 9 jours. La plaque traitée paraissait avoir un peu plus de crevasses qu'avant le séchage; elle gardait sa couleur, restait un peu humide et conservait sa capacité initiale.

La négative 5 était portée dans l'eau distillée et déchargée à 5 ampères jusqu'au court-circuit et jusqu'à tension nulle. La couleur devenait un peu plus claire et la plaque perdait beaucoup de sa capacité sans pouvoir être régénérée par les charges et décharges successives.

La négative 6 était traitée comme 5, mais l'eau distillée était remplacée par la solution de formaline utilisée en 4. Les qualités physiques restaient les mêmes, mais la capacité baissait un peu.

Numéros des essais.	Avant le traitement.						Après le traitement.					
	Décharge.		Charge.			Rendement en ampères-heure.	Décharge.		Charge.			Rendement en ampères-heure.
	Potentiel cathodique initial, en volts.	Ampères-heure.	Potentiel cathodique ou anodique.		Ampères-heure.		Potentiel cathodique initial, en volts.	Ampères-heure.	Potentiel cathodique ou anodique.		Ampères-heure.	
			au début.	à la fin.					au début.	à la fin		
						Plaques négatives.						
1	0,18	22,5	0,12	−0,18	26,25	0,857	0,175	22,50	0,125	−0,20	27,5	0,818
1	0,18	22,75	0,13	−0,18	25,00	0,910	0,18	22,50	0,125	−0,20	26,25	0,857
2	0,19	22,5	0,12	−0,18	26,25	0,857	0,18	22,91	0,14	−0,20	26,66	0,859
2	0,18	22,75	0,13	−0,19	25,00	0,910	0,18	21,25	0,135	−0,20	26,25	0,809
3	0,18	22,5	0,12	−0,18	27,50	0,818	0,175	22,50	0,125	−0,20	27,5	0,818
3	0,18	22,75	0,13	−0,18	25,00	0,910	0,18	22,50	0,125	−0,20	25,25	0,857
4	0,18	20,41	0,14	−0,18	25,83	0,790	0,18	21,66	0,14	−0,20	23,75	0,809
4	0,19	21,66	0,12	−0,18	27,50	0,787	0,18	21,25	0,133	−0,20	26,91	0,789
5	0,185	25,66	0,12	−0,20	25,83	0,991	0,18	23,75	0,13	−0,20	24,5	0,968
5	0,175	26,25	0,135	−0,20	28,33	0,928	0,19	23,00	0,135	−0,20	24,6	0,937
6	0,185	25,66	0,12	−0,20	25,83	0,991	0,18	23,75	0,137	−0,20	25,0	0,950
6	0,175	26,25	0,135	−0,20	27,66	0,948	0,195	23,00	0,13	−0,20	24,8	0,928
7	0,18	25.83	0,12	−0,20	25,83	1,000	0,18	24,16	0,13	−0,20	24.5	0,984
7	0,175	26,25	0,135	−0,20	28,33	0,928	0,19	23,50	0,135	−0,20	24,6	0,955
8	0,185	25,83	0,13	−0,20	25,83	1,000	0,18	23,53	0,13	−0,20	25,0	0,933
8	0,175	26,25	0,135	−0,20	28,96	0,910	0,195	23,33	0,13	−0,20	24,8	0,928
9	0,18	27,50	0,13	−0,20	28,33	0.928	0,18	28,00	0,13	−0,20	27,75	1,005
9	0,185	26,75	0,135	−0,20	26,25	1,000	0,175	26,00	0,13	−0,20	27,50	0,946
10	0,18	24,00	0,13	−0,20	25,75	0,930	0,18	26,00	0,13	−0,20	27,91	0,934
10	0,185	23,33	0,13	−0,20	25,00	0,933	0,18	26,00	0,13	−0,20	27,0	0,963
11	0,18	23,75	0,13	−0,20	24,00	0,990	0,175	29,66	0,14	−0,20	32,5	0,929
11	0,18	24,00	0,135	−0,20	25,75	0,932	0,175	30,58	0,14	−0,20	30,75	0,992
12	0,19	23,75	0,135	−0,20	26,00	0,915	0,175	25,25	0,14	−0,20	30,75	0,822
12	0.18	23,33	0,13	−0,20	24,33	0,896	0,18	24,75	0,135	−0,20	28,75	0,860
						Plaques positives.						
1	2,175	15,41	2,385	2,46	16,25	0,937	2,17	15,75	2,40	2,455	16,25	0,968
1	2,17	15,16	2,40	2,45	16,00	0,946	2.17	15,25	2,40	2,45	16,00	0,954
2	2,17	15,25	2,26	2,45	17,25	0,886	2,17	16,25	2.36	2,48	17,25	0,943
2	2,17	15,75	2,39	2,45	16,25	0,955	2,15	15,75	2,40	2,45	16,25	0,968
3	2,165	15,25	2,25	2,45	16,50	0,937	2,18	15,75	2,40	2,45	15,75	1,000
3	2,15	15,25	2,40	2,45	16,25	0,936	2,17	15,25	2,39	2,45	16,00	0,954
4	2,17	15,00	2,25	2,45	17,25	0,870	2,17	17,00	2,37	2,45	15,58	1,091
4	2,15	15,08	2,21	2,45	16,25	0,928	2,17	17,25	2,37	2,45	17,25	1,000
5	2,17	17,00	2,39	2,45	18,00	0,948	2,145	18,08	2,35	2,45	18,75	0,968
5	2,175	16,75	2.38	2,45	17,50	0,956	2,155	17,83	2,36	2,45	18,00	0,948

La négative 7 était traitée comme 5, mais dans l'acide sulfurique de poids spécifique 1,225. La plaque se sulfatait un peu et perdait un peu de sa capacité.

La négative 8 était portée dans une solution de sulfate de potassium à 10 pour 100 et traitée alors comme 5. Les résultats étaient les mêmes que ceux de la plaque 7.

La négative 9 était surchargée jusqu'à la tension cathodique — 0,24 volt (toujours prise avec le cadmium) et portée dans la chambre de séchage. Après 30 minutes, la plaque commençait à évaporer. On la refroidissait 10 minutes dans l'eau distillée. Après une nouvelle heure de séchage, nouvel échauffement. On refroidissait encore 10 minutes dans l'eau distillée, puis on répétait cette opération après 2 heures de séchage. La plaque ne s'échauffait plus et était finalement séchée pendant 14 jours. Après traitement, la capacité montait un peu.

La négative 10 subissait le même traitement que 9.

La négative 11 était plongée 12 heures dans l'eau distillée, puis séchée pendant 14 jours. Après traitement la plaque était un peu plus claire et avait plus de fissures qu'avant; sa capacité était un peu plus élevée.

La négative 12 était portée immédiatement dans la chambre de séchage; après 30 minutes, on la refroidissait pendant 10 minutes dans l'eau distillée. On répétait ce trempage après 1 heure de séchage; puis on séchait encore 2 heures, après quoi il ne se produisait

plus d'échauffement. On trempait alors la plaque dans l'acide sulfurique de poids spécifique 1,225 pendant 1 heure; enfin on séchait pendant 9 jours. La plaque conservait ses qualités et ne variait pas de capacité.

La plaque positive 1 était trempée pendant 12 heures dans l'eau distillée, puis séchée pendant 9 jours. Ce traitement conservait à la plaque ses qualités et sa même capacité.

La positive 2 était déchargée à 3 ampères dans l'eau distillée jusqu'à tension nulle. Après 9 jours de séchage, la plaque était très solide, mais très sulfatée. Sa capacité n'avait pas varié.

La positive 3 était d'abord surchargée (jusqu'à la tension anodique 2,5 volts); elle était ensuite séchée pendant 30 minutes, puis refroidie pendant 10 minutes dans l'eau distillée, séchée à nouveau jusqu'à échauffement des négatives en regard, et refroidie comme précédemment. Après trois traitements de ce genre, les négatives restant froides, la positive était séchée à l'air pendant 9 jours. Ce traitement ne faisait pas varier la capacité de la plaque.

La positive 4 était retirée de l'acide et séchée aussitôt pendant 9 jours. Après traitement, la capacité avait augmenté.

La positive 5 était surchargée (jusqu'à la tension anodique 2,52 volts), puis traitée comme la positive 3. Lorsque les négatives ne s'échauffaient plus, la positive était trempée pendant 1 heure dans l'acide sulfurique de poids spécifique 1,225, puis séchée pendant 9 jours. La plaque était de couleur brun foncé et avait une capacité un peu plus élevée qu'avant le traitement.

De leur étude, les auteurs concluent que le meilleur traitement est celui indiqué pour la négative 12 et pour la positive 5. Des résultats très voisins sont donnés par les méthodes 9 et 2 de traitement des négatives et par les méthodes 2 et 3 de traitement des positives. Le traitement à la formaline est à rejeter; d'ailleurs il est très difficile d'éliminer cette substance des plaques. Les essais montrent que le séchage des plaques imprégnées d'acide endommage les négatives et n'influence pas les positives. Il est donc avantageux de traiter le bloc entier de plaques (positives et négatives) d'après le procédé 12 de traitement des négatives. Comme ce traitement serait incommode pour les plaques des éléments stationnaires, on peut alors traiter les négatives d'après la méthode 11 et les positives d'après la méthode 1.

T. P.

Dispositif pour la charge automatique des accumulateurs, par M. BOUCHET (Brevet français 384035 du 23 janvier 1907). — Ce dispositif permet de recharger automatiquement une batterie quand sa tension devient insuffisante, de couper la charge quand la tension a atteint une valeur déterminée, et ceci tout en maintenant sensiblement constante la tension du circuit d'utilisation.

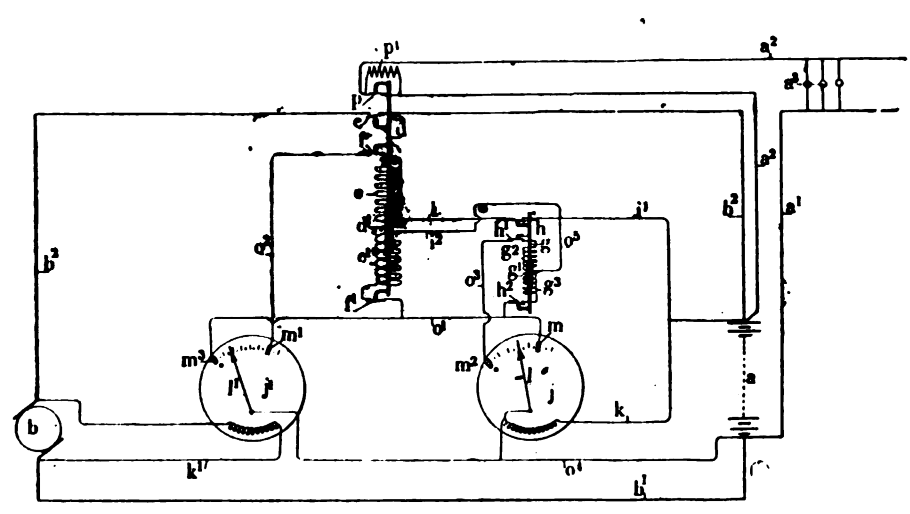


Fig. 1.

Comme le montre le schéma de la figure 1, la batterie d'accumulateurs *a*, qui débite sur le circuit d'utilisation formé par les fils a^1 et a^2 et les lampes a^3, est placée dans un circuit de charge formé par les fils b^1 et b^2 reliés aux bornes de la dynamo *b*. Dans ce circuit est intercalé un interrupteur *c* qui peut être ouvert ou fermé par une tige *d* faisant partie du noyau d^1 d'un relais principal à deux enroulements *e* et e^1. Deux interrupteurs *f*, f^1, commandés par la même tige *d*, interrompent le circuit de *e* ou de e^1 suivant la position de *d*.

Un relais auxiliaire semblable comporte une tige *g*, un noyau g^1 et trois interrupteurs *h*, h^1, h^2; le premier est placé sur le fil *i* qui relie l'enroulement *e* à la batterie et les autres sur les enroulements g^2, g^3. Les tiges *d* et *g* sont munies (voir *fig.* 2 et 3) de ressorts qui concourent à amener à fin de course ces tiges et les y maintiennent à la position élevée ou abaissée.

Deux voltmètres *j*, j^1 sont montés : l'un sur la batterie par le fil *k*, l'autre sur la dynamo par k^1. Les aiguilles *l*, l^1 peuvent venir toucher des contacts *m*, m^1, m^2, m^3 dont la position peut être réglée à volonté sur

les cadrans. Les contacts m et m^3 d'ouverture du circuit du relais principal sont reliés par o^1 à f^1. Les contacts m^1 et m^2 sont ceux de fermeture du circuit du relais; l'un est relié à f par le fil o^2, l'autre à h^1 par le fil o^3. Ces contacts sont disposés de manière que l'aiguille ne puisse les franchir, afin d'éviter les contacts intempestifs. Dans le circuit a^2 est placé l'interrupteur p commandé par d et entre les bornes duquel est disposée la résistance de compensation p^1. Le fonctionnement du dispositif est le suivant :

La dynamo b tournant à vitesse variable (cas de l'éclairage des trains) lorsque sa tension devient suffisante, l'aiguille l^1 quitte m^3 et vient sur m^1. Si, en même temps, la batterie a besoin d'être rechargée, l'aiguille l vient sur m^2 et ferme le circuit $o^4 l m^2 o^3 h^1 g^2 o^5 i^1$ alimenté par la batterie. L'enroulement g^2 soulève g^1 et g, ce qui a pour effet principal de fermer h disposé dans le circuit e du relais principal et d'ouvrir h^1 en coupant le courant au relais auxiliaire. La tige g, amenée dans sa position supérieure, y reste tant qu'il ne se produit pas de commande en sens inverse de la précédente. L'interrupteur h étant fermé, un courant alimenté par la batterie traverse l'enroulement e du relais principal en passant par $o^4 l^1 m^1 o^2 f e i h i^1$. L'enroulement e soulève le noyau d^1, ce qui ferme l'interrupteur c; la dynamo charge alors la batterie. En même temps, l'interrupteur p s'ouvre et la résistance de compensation p^1 est introduite dans le circuit d'utilisation $a^1 a^2$, afin d'absorber l'augmentation de tension due à l'état de charge de la batterie.

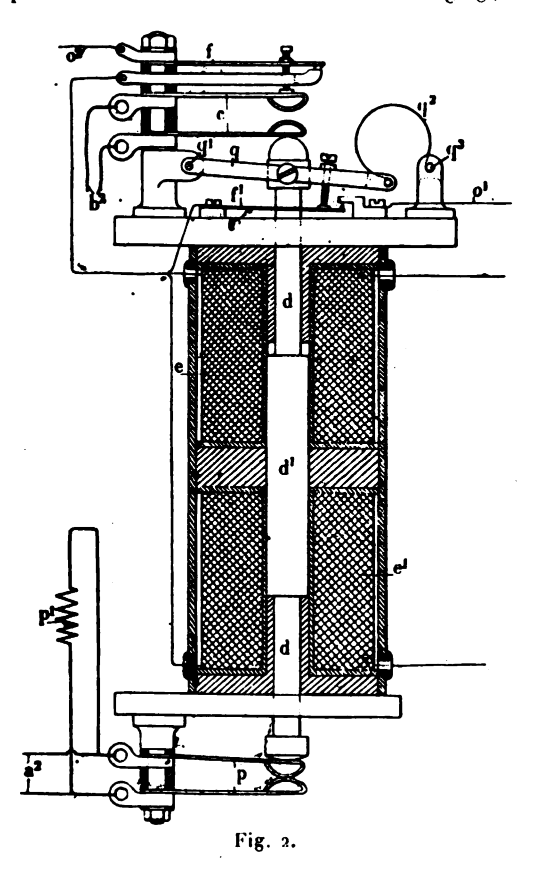


Fig. 2.

Le soulèvement de d coupe le courant à l'enroulement e aussitôt que celui-ci a agi et ferme en même temps l'interrupteur f^1 de l'enroulement e^1.

Quand la batterie est suffisamment chargée, l'aiguille l vient sur m, ce qui ferme le circuit $o^4 l m o^1 e^1 i^2 i^1$. L'enroulement e^1 agit sur la tige d qui s'abaisse et ouvre l'interrupteur c en coupant le circuit de charge.

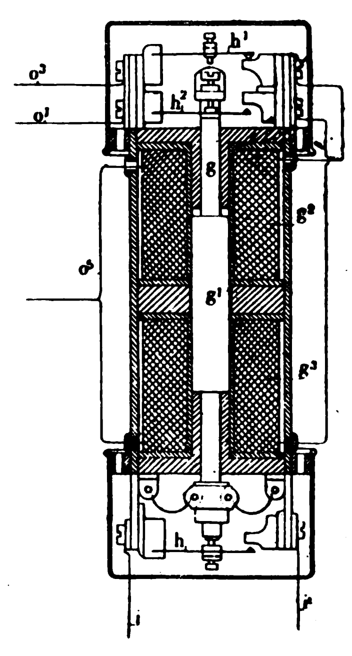


Fig. 3.

En même temps g^3 est excité, ce qui abaisse g et ouvre h.

Si la tension de la dynamo devient trop faible, l^1 vient en contact avec m^3. Dans le cas où c est fermé, un courant est envoyé dans e_1 et c s'ouvre. Dans tous les cas, aussitôt qu'un relais a fonctionné, un interrupteur coupe son circuit, de sorte qu'il n'est jamais traversé par un courant permanent.

Pour que la charge ait lieu, il n'est pas nécessaire que l et l^1 touchent simultanément m^2 et m^1. Si, par exemple, l a touché m^2, la batterie ayant besoin de charge, puisque, la tension de la dynamo étant devenue insuffisante, le courant de charge a été interrompu, la charge reprendra aussitôt que la tension de la dynamo sera remontée à une valeur suffisante, bien que l soit entre m^2 et m.

Le dispositif permet de fixer à la batterie une limite de charge, réglable à volonté et qui n'est jamais dépassée. Il n'est pas influencé par les trépidations qui, dans bien des systèmes d'éclairage des véhicules, produisent des battements. Un contact d'un instant d'une aiguille des voltmètres suffit à établir les circuits de

manœuvre, et la rupture des courants n'a pas lieu aux aiguilles, mais aux relais.

Les figures 2 et 3 représentent les détails du relais principal et du relais auxiliaire. La tige *d* du relais

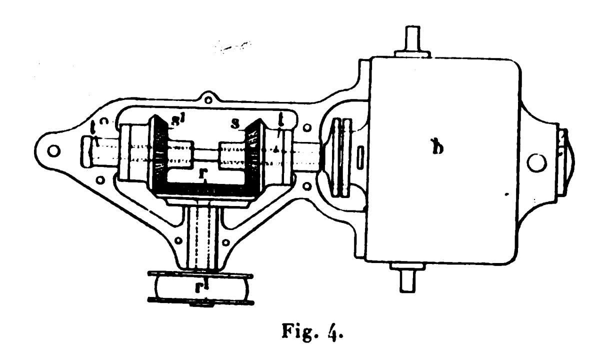


Fig. 4.

principal est articulée sur un levier *q* pivotant en un point fixe q^1 et dont l'extrémité est liée à un ressort q^2 tournant, d'autre part, sur un point fixe q^3. Ce ressort q^2 est destiné, d'une part, à activer l'action du relais sur la tige, dans un sens ou dans l'autre, lorsque ce ressort a dépassé sa position d'équilibre, et, d'autre part, à assurer la tige *d* dans sa position élevée et dans

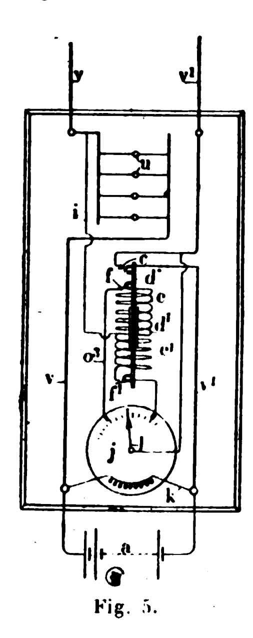


Fig. 5.

sa position abaissée. Les interrupteurs *c* du circuit de charge et *p* du circuit d'utilisation sont constitués par des ressorts normalement séparés et qui sont mis en contact par la tige *d*. Les interrupteurs *f* et f^1 intercalés dans les enroulements *e*, e^1 sont normalement fermés et sont séparés par la tige *d*. Le relais auxiliaire (*fig.* 3) est semblable au précédent.

Le dispositif est applicable à l'éclairage des trains ou des véhicules automobiles. Pour l'éclairage des trains, il faut que la dynamo tourne toujours dans le même sens, quel que soit le sens de marche du train. La figure 4 montre le système employé. La roue d'angle *r* est calée sur l'arbre de la poulie r^1 entraînée par une courroie recevant son mouvement de l'essieu moteur. Cette roue engrène en permanence avec deux pignons d'angle *s* et s^1. Ceux-ci sont montés fous sur l'arbre de la dynamo, mais entraînent des encliquetages du genre encliquetage de roue libre et tous deux de même sens. Il en résulte que, quand le pignon *r* tourne dans un sens, il entraîne l'arbre *t* par l'intermédiaire de l'un des encliquetages, l'autre pignon tournant fou, en sens inverse, tandis qu'il l'entraîne par l'autre encliquetage quand il tourne dans le sens opposé. Quel que soit le sens de rotation de la poulie r^1, la dynamo garde toujours le même sens de rotation.

Le dispositif décrit ici peut s'appliquer aussi au cas où une batterie doit charger sur une distribution à potentiel fixe. La figure 5 représente le schéma de l'installation. Le voltmètre de la dynamo et le relais auxiliaire sont naturellement supprimés. Le relais ee^1 ferme ou ouvre le circuit de charge suivant que la batterie a besoin ou non d'être chargée. On évite ainsi toute surcharge des éléments. L'intensité du courant de charge est réglée au moyen de lampes *u*. T. P.

Enduit pour préserver les conducteurs dans le voisinage d'une batterie. — Au lieu de prendre les fils installés dans une salle d'accumulateurs, certains industriels ont trouvé très avantageux de les recouvrir d'une mince couche d'huile à cylindre, rigoureusement neutre, qu'on applique simplement avec un chiffon imprégné après avoir, au préalable, bien desséché le conducteur. L'opération peut se répéter tous les trois mois ou tous les six mois, suivant le cas, sans arrêt dans le fonctionnement de la batterie. C'est le meilleur préservatif contre les corrosions de l'acide sulfurique. Nous ferons également remarquer que, pour la fixation des conducteurs de faible section sur leurs isolateurs, on ne devrait jamais employer des fils de cuivre étamés, mais des bandes de jute imprégné de goudron, comme on trouve dans la marine. En effet, la morsure de la pince avec laquelle on tend les fils de ligature enlève facilement l'étamage, en sorte que l'âme du conducteur n'est plus protégée contre les attaques de l'acide sulfurique; celui-ci se dépose de préférence sous la ligature, qui est endommagée aussi bien que le conducteur. Une ligature au jute goudronné présente d'ailleurs une solidité comparable à celle qn'on obtient avec des fils de cuivre.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

LIGNES ET ACCESSOIRES.

Lignes de transmission et de distribution du Sud-Électrique. — Les conditions climatériques de la région desservie par le Sud-Électrique ne sont pas particulièrement défavorables à l'établissement des lignes aériennes. Les froids intenses, la neige et le verglas n'y sont pas à redouter; ce sont les vents violents d'hiver qui constituent l'élément le plus à craindre et qui exigent un soin tout particulier dans l'installation des supports.

Pylônes et poteaux. — Le Sud-Électrique étant devenu propriétaire de diverses entreprises électriques existant antérieurement à sa fondation, on trouve sur son réseau de nombreux types de supports de lignes. C'est ce que montrent les figures 1 et 2 représentant la première un support en treillis du réseau d'Avignon, la seconde un support tubulaire du réseau de Tarascon.

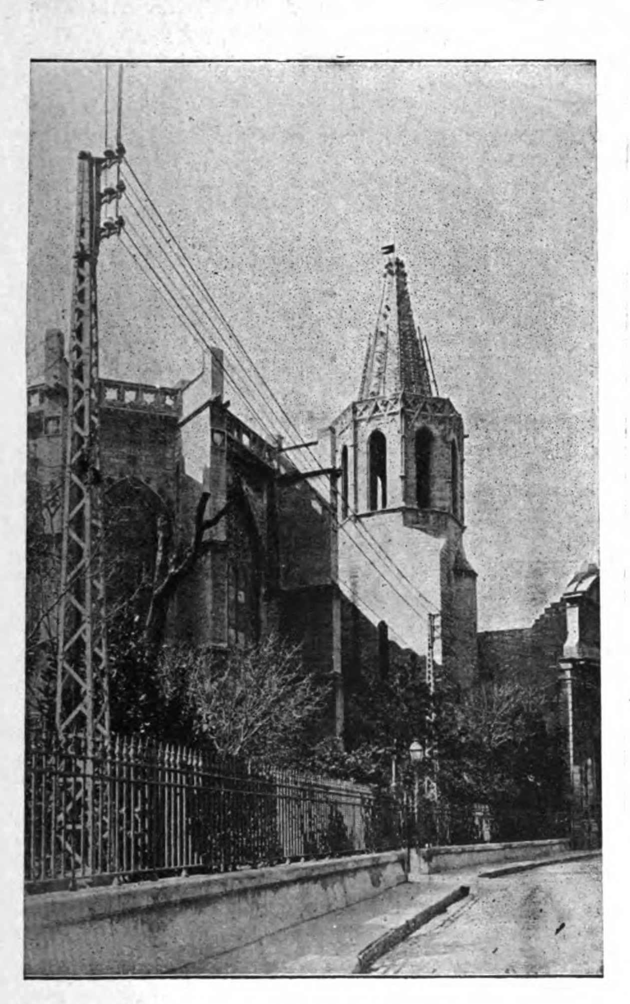
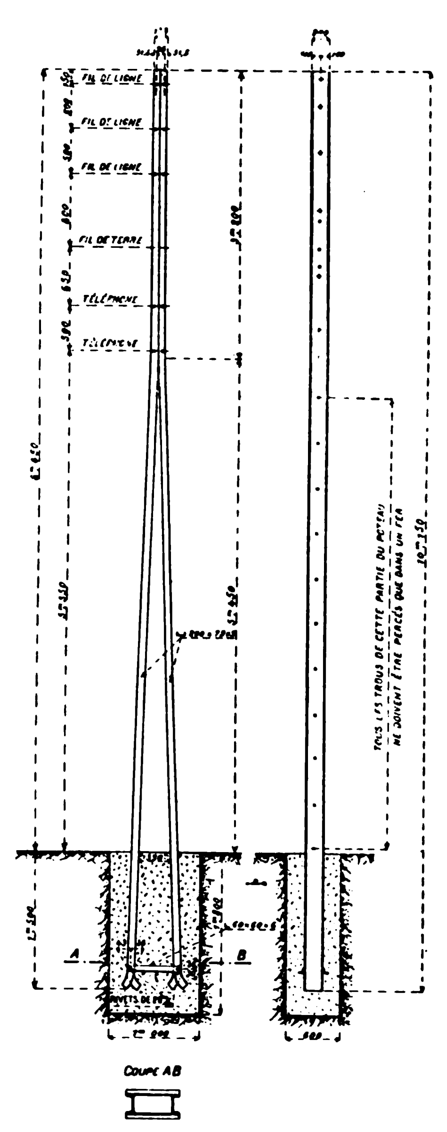


Fig. 1. — Réseau d'Avignon.

Fig. 2. — Réseau de Tarascon.

Toutefois, dans la construction des lignes nouvelles deux types seulement de supports ont été adoptés : poteaux en bois avec portées de 50m pour les lignes secondaires et poteaux en fer avec portées de 60m pour les lignes principales.

Les poteaux en fer, d'un type nouveau, sont consti-



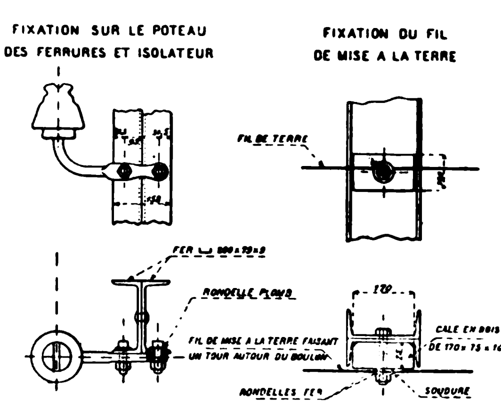


Fig. 3 à 9.

tués, dans les alignements droits, par un simple fer en U ayant, pour les lignes à trois fils, une longueur de 10^m à 15^m avec un profil de $175^{mm} \times 170^{mm} \times 6^{mm}$ et, pour les lignes à six fils, une longueur de $11^m,65$ avec un profil de $200^{mm} \times 80^{mm} \times 6^{mm},5$. Les poteaux d'angles sont constitués, soit par des fers en U du type normal renforcés sur une certaine longueur par un fer de mêmes dimensions, soit pour les angles de moins de 100° par des fers en U assemblés comme l'indiquent les figures 3 à 9.

Ces supports sont très résistants contre les efforts transversaux que le vent fait subir aux lignes, car l'âme du fer est disposée perpendiculairement à la direction des conducteurs. Dans le sens longitudinal, le support présente une moindre résistance, suffisante cependant en temps normal, tant que l'équilibre initial subsiste de part et d'autre du support. Si l'équilibre vient à se rompre, soit par rupture d'une portée, soit en cas de vent violent dans le sens de la ligne, les supports fléchissent de proche en proche, mais, par suite de la diminution correspondante des tensions, les flexions décroissent rapidement et il s'établit un nouvel état d'équilibre. La limite d'élasticité ne serait atteinte qu'en cas de rupture totale d'une travée et pour les deux ou trois premiers supports seulement qui prendraient une déformation permanente sans que la rupture se produise. D'ailleurs, pour limiter les effets de ces efforts transversaux accidentels, on a placé, toutes les sept portées, un support renforcé, dit poteau d'arrêt, qui limite la flexion et évite une fatigue exagérée.

Ces divers poteaux arrivent à pied d'œuvre tout percés et prêts à recevoir leur équipement qui comprend trois ou six fils de haute tension, deux fils de téléphone et une connexion pour le fil de terre.

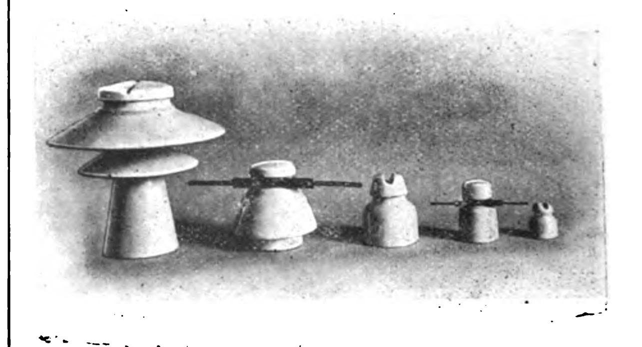


Fig. 10.

Les avantages de ce type de poteaux sont nombreux : facilité d'approvisionnement et de distribution à pied d'œuvre aussi grande que s'il s'agissait de poteaux en bois, faible encombrement sur le sol, pas d'entretien, pas d'usure à craindre du fait de la rouille comme dans les poteaux à treillis, économie sensible par suite de l'augmentation des portées, etc. L'aspect des lignes ainsi construites est d'ailleurs très satisfaisant.

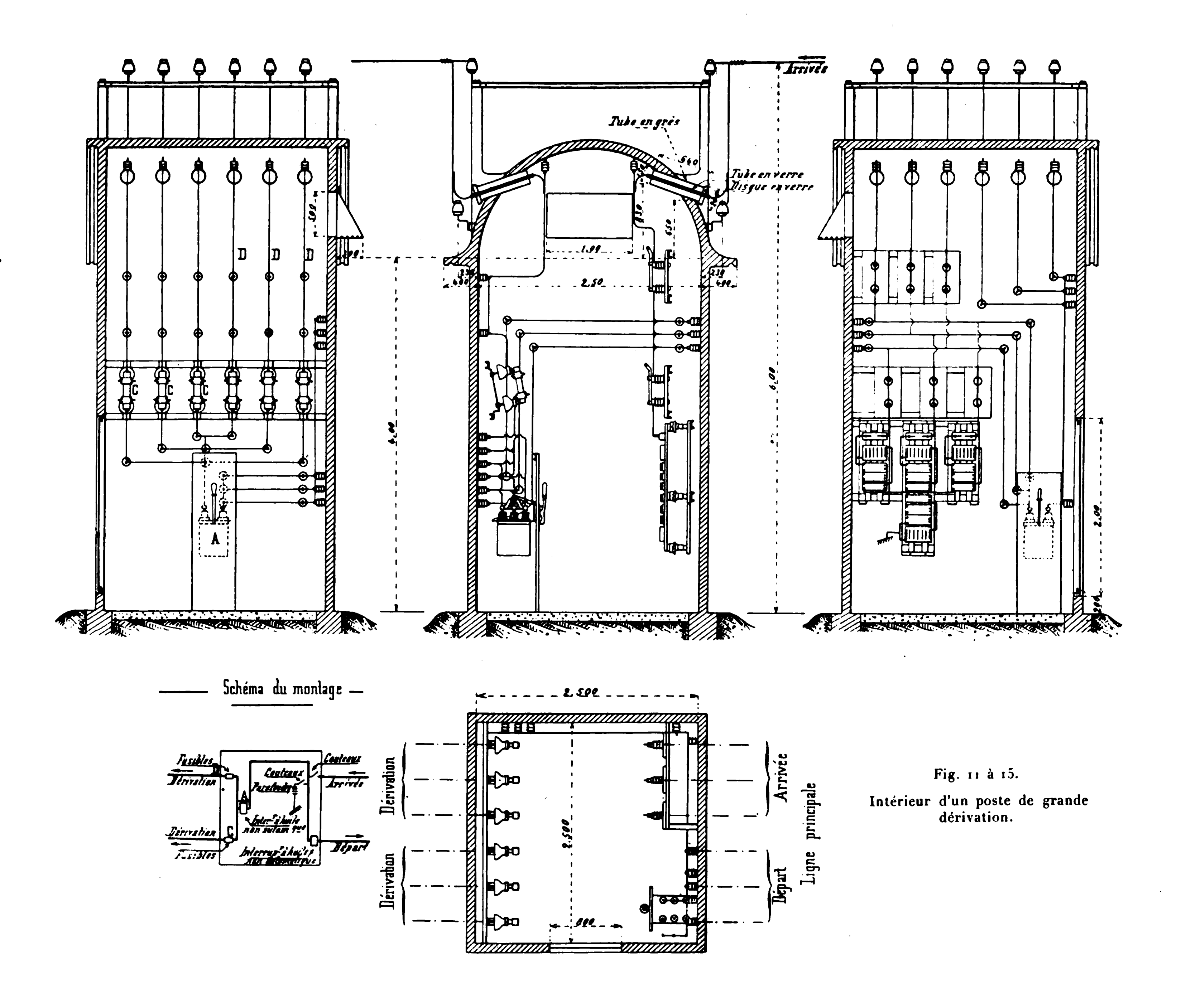


Fig. 11 à 15.

Intérieur d'un poste de grande dérivation.

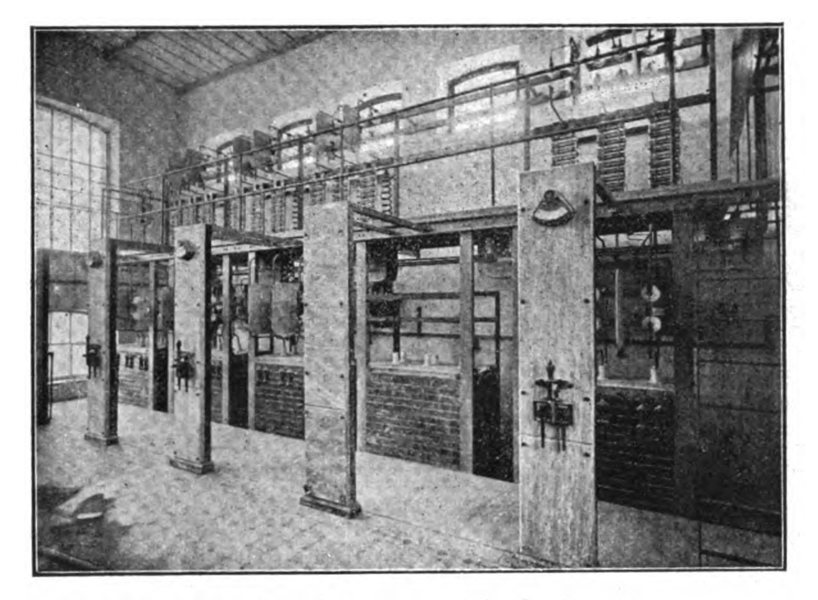


Fig. 16. — Vue intérieure du poste central de distribution de Laurade.

Fig. 17. — Vue extérieure d'un poste de petite dérivation.

COUPE AB

ÉLÉVATION . COUPE

COUPE CD

SCHÉMA DU MONTAGE

VUE EN PLAN

Schéma du montage des limiteurs

Fig. 18 à 23. — Intérieur d'un poste de passage de réseau aérien à réseau souterrain.

Isolateurs. — La tension la plus élevée étant de 13500 volts, le choix des isolateurs n'a pas présenté de difficultés sérieuses. Les divers types d'isolateurs utilisés sont représentés sur la figure 10.

Postes de distribution et de dérivation. — Trois grands postes de distribution sont actuellement installés à Arles, Laurade et Sommières. Le courant à 13500 volts y est réparti sur les lignes de départ, à la même tension, à l'aide de barres omnibus, de connexions et d'appareils automatiques de manœuvre et de sécurité tels que tout accident sur l'une des lignes ne peut se répercuter sur les autres. La figure 16 donne une vue intérieure du poste de distribution de Laurade.

Les postes de petite dérivation commandant une ou deux petites communes de faible importance ont généralement l'aspect extérieur représenté par la figure 17. Ils renferment un interrupteur à huile non automatique disposé entre la ligne principale et les dérivations et des coupe-circuits fusibles placés sur chacun des conducteurs de dérivation.

Les postes de grande dérivation ont une forme analogue aux postes de transformation.

Le schéma de l'équipement intérieur de ces postes est donné par les figures 11 à 15.

Enfin aux raccordements des lignes aériennes et des lignes souterraines sont placées des postes de passage dont les figures 18 à 23 montrent l'équipement intérieur.

RÉSEAUX.

Réseaux de distribution de Marseille. — L'énergie électrique est distribuée dans Marseille, pour l'éclairage et la force motrice, par deux Compagnies : la Société du Gaz et de l'Électricité et la Société d'Électricité. Les réseaux de ces deux Sociétés desservent souvent les mêmes voies. Voici quelques renseignements sur les réseaux de la première de ces Sociétés, dont l'usine génératrice et la sous-station de transformation sont décrites dans ce numéro.

Réseaux de la Société du Gaz et de l'Électricité. — La Société du Gaz et de l'Électricité exploite trois réseaux :

1° Un réseau continu à trois fils, avec tension de 220 volts sur chaque pont. Ce réseau a pour limites extrêmes la place de la Joliette, le palais de Longchamp et la plage; il est par suite assez étendu, ce qui a motivé l'adoption de la tension de 220 volts. Les points d'alimentation sont au nombre de 16, correspondant à autant d'artères à deux fils partant de la station du Muy. L'artère neutre unique part également de la station et se ramifie un peu de tous côtés.

2° Un réseau triphasé à quatre fils sous la tension 110-190 volts et à la fréquence 50 p : s. Il est alimenté par des câbles à 5500 volts partant de l'usine d'Arenc et aboutissant à des postes de transformateurs, prévus au nombre de 25, et dont l'emplacement dépend des besoins de la clientèle d'éclairage et de petite force motrice.

3° Un réseau triphasé à 25 p : s. Ce réseau, actuellement en cours d'installation, est destiné à la distribution de la force motrice dans la périphérie de Marseille. Il sera alimenté à 13500 volts, soit par le réseau de transmission de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, soit par le turbo-alternateur de 3000 kilowatts actuellement en cours de montage à l'usine d'Arenc. Des postes de transformation, d'une puissance maximum de 1000 kilowatts, seront installés en des points convenablement choisis des agglomérations industrielles de la banlieue marseillaise; de ces postes partiront des canalisations, souterraines pour la plupart, à la tension de 440 volts.

DIVERS.

Calcul de l'enroulement d'une bobine de résistance. — Le calcul de l'enroulement d'une bobine de résistance est un problème qu'on a souvent à résoudre dans la pratique. Il est très simple quand on a affaire à des enroulements constitués par du fil faiblement isolé; mais, dès que l'épaisseur de l'isolant atteint une valeur voisine de celle du diamètre du conducteur nu, il est assez difficile d'obtenir une formule qui donne le diamètre du conducteur en fonction des constantes linéaires de la bobine.

C'est cette formule que nous nous sommes proposé de trouver et qui sera surtout applicable avec enroulements gros fil.

Le cas le plus général est le suivant :

Étant donnée une carcasse de bobine, trouver la section maximum du fil recouvert d'un isolant déterminé pour obtenir une résistance ohmique donnée.

Appelons l la longueur entre joues de la bobine

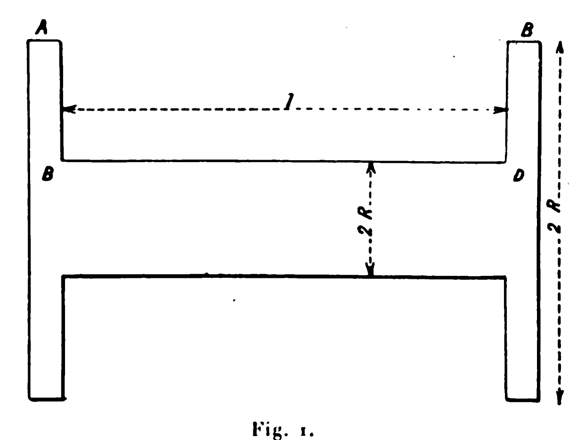


Fig. 1.

(*fig.* 1), S la section ABBD, s la section du conducteur *isolé;* on a évidemment

$$(1) \qquad S = N \times s \times K,$$

N étant le nombre de spires de la bobine et K un coefficient plus grand que 1 qui dépend du vide entre les spires, ce vide étant dû soit à la forme circulaire du fil, soit aux couches isolantes interposées entre les



couches du fil; nous le calculerons tout à l'heure pour quelques cas simples.

La longueur totale L du fil bobiné est rigoureusement égale à la longueur de la spire moyenne multipliée par le nombre de spires. Si R′ est le rayon de la joue de la bobine et R celui du noyau, la longueur de la spire moyenne est

$$2\pi\frac{R'+R}{2} = \pi(R'+R).$$

Par suite, on obtient immédiatement

$$(2) \qquad L = \pi N(R'+R).$$

Désignons par Ω la résistance ohmique à obtenir, par ρ la résistivité du fil employé et par s' la section du conducteur nu employé; on aura

$$(3) \qquad \Omega = L\rho \times \frac{1}{s'}.$$

Si r est le rayon de ce conducteur nu et ε l'épaisseur de l'isolant qui le recouvre, on a évidemment

$$(4) \qquad s' = \pi r^2,$$

$$(5) \qquad s = \pi(r+\varepsilon)^2.$$

En éliminant L, N, s' et s entre (1), (2), (3), (4) et (5), on arrive à l'équation suivante en r :

$$r(r+\varepsilon) = \sqrt{\frac{l\rho(R'^2-R^2)}{\pi\Omega K}}.$$

Cette équation est du second degré et donne, comme seule racine acceptable, la racine positive

$$(A) \qquad r = \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{4} + \sqrt{\frac{l\rho(R'^2-R^2)}{\pi\Omega K}}} - \frac{\varepsilon}{2}.$$

C'est la valeur du rayon du conducteur nu dans le cas où ε a une valeur très appréciable relativement à r; si $\frac{\varepsilon}{r}$ est plus petit que $\frac{1}{5}$, on peut sensiblement appliquer la formule en négligeant ε, car les erreurs en plus ou en moins se compensent, et l'on obtient

$$(B) \qquad r = \sqrt[4]{\frac{l\rho(R'^2-R^2)}{\pi\Omega K}}.$$

Cette formule s'appliquera pour les enroulements ordinaires.

Calcul de K dans quelques cas simples. — 1° *Enroulement simple.* — On peut considérer, dans l'enroulement simple, que les couches se chevauchent de manière à occuper le moins de place possible.

Sur la figure 2, on voit que chaque couche absorbe le tiers des vides voisins; comme il se trouve six vides autour d'elle, cela fait deux vides complets.

Si l'on considère le triangle équilatéral ABC, on voit que la section du vide est

$$(r+\varepsilon)^2\sqrt{3} - \frac{\pi(r+\varepsilon)^2}{2},$$

et pour deux vides on aura

$$(r+\varepsilon)^2(2\sqrt{3}-\pi) = V;$$

par suite, dans ce cas,

$$K = \frac{s+V}{s} = 1 + \frac{(r+\varepsilon)^2(2\sqrt{3}-\pi)}{\pi(r+\varepsilon)^2} = 1,10.$$

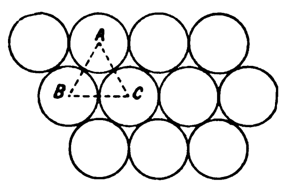


Fig. 2.

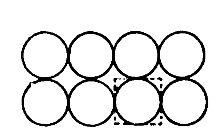


Fig. 3.

2° *Enroulement non chevauché.* — Dans ce cas (*fig.* 3), l'enroulement est tel que la partie de la section occupée par une couche est un carré de côté $2(r+\varepsilon)$:

$$K = \frac{4(r+\varepsilon)^2}{\pi(r+\varepsilon)^2} = 1,27.$$

3° *Enroulement avec couches isolantes.* — Dans ce cas (*fig.* 4), fréquent pour les bobines à hautes tensions, chaque couche occupe un rectangle de largeur égale à $2(r+\varepsilon)$ et de longueur égale à $2\left(r+\varepsilon+\frac{e}{2}\right)$; e étant l'épaisseur de la couche isolante, par suite

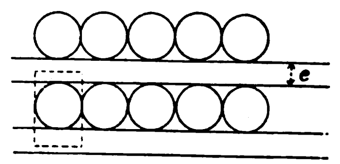


Fig. 4.

$$K = \frac{4(r+\varepsilon)\left(r+\varepsilon+\frac{e}{2}\right)}{\pi(r+\varepsilon)^2} = 1,27 + \frac{2e}{\pi(r+\varepsilon)}$$

ou encore

$$K = 1,27\left(1 + \frac{\text{diamètre apparent du conducteur}}{\text{épaisseur de la couche isolante}}\right).$$

En pratique, il est bien rare que ces enroulements soient faits avec une précision aussi mathématique et avec une régularité aussi parfaite; on pourra donc admettre dans la formule (B) un coefficient K de valeur comprise entre 1,15 et 1,20, et pour la formule (A), qui suppose ε comparable à r, un coefficient plus voisin de 1,10. Ceci dans le cas d'un enroulement sans interposition de couches isolantes.

Avec des couches isolantes, il faut tenir compte qu'on emploie presque toujours du papier ou de la toile Mérowski qui fléchit légèrement, de sorte que K sera pris voisin de 1,25 ou de 1,30 dans les formules (A) ou (B) suivant les valeurs relatives de ε et de r.

Eugène-H. Weiss.

TRACTION ET LOCOMOTION.

MOTEURS DE TRACTION.

Sur le rendement des moteurs de traction monophasés. — Nous avons insisté, dans un précédent article ([1]), sur l'infériorité relative des moteurs de traction alternatifs à collecteur sous le rapport de l'échauffement.

A l'appui de ces considérations, nous donnons les résultats de l'étude du fonctionnement d'un moteur mono-continu faite d'après des documents publiés. La marche à suivre pour obtenir ces résultats et les interpréter est très simple et pourra être facilement appliquée à l'étude d'autres documents graphiques de même nature.

Le moteur étudié est un moteur Siemens-Schuckert de 40 chevaux employé sur les tramways de Vienne-Baden, et les courbes qui ont servi à l'étude sont celles publiées dans le *Street Railway* (t. XXX, n° 13, 28 septembre 1907).

En fonction du couple, ces courbes donnent l'intensité, la puissance absorbée, le rendement, le facteur de puissance et la vitesse pour les tensions de régime soit alternative, soit continue de 250 et 300 volts.

Nous réunissons en un Tableau, pour les différentes valeurs du couple, les valeurs de l'intensité et de la perte pour les deux tensions et les deux genres de courant. Les valeurs de l'intensité sont lues directement sur le graphique. Les valeurs de la perte sont déduites du rendement et de la puissance absorbée. On pourrait également les trouver par différence de la puissance absorbée et de la puissance rendue en prenant au préalable la précaution de transformer en kilowatts les valeurs de la puissance rendue qui est inscrite sur les graphiques en chevaux.

Comparaison des moteurs à collecteurs à courant alternatif simple et à courant continu.

COUPLE.	INTENSITÉ.		PERTES.				VITESSE ANGULAIRE.			
			250 volts.		300 volts.		250 volts.		300 volts.	
	Alternatif.	Continu.	Alternatif.	Continu.	Alternatif.	Continu.	Alternatif.	Continu.	Alternatif.	Continu.
kg-m	amp	amp	w	w	w	w	t:m	t:m	t:m	t:m
10	60	60	3,8	3,6	3,8	4,5	1000	1100	1200	1380
20	85	85	4,1	3,7	4,1	4,2	750	840	900	1050
30	110	105	5,0	3,5	5,1	4,0	620	730	770	890
40	130	120	6,2	3,4	6,1	3,8	540	640	680	780
50	150	135	8,0	3,6	7,3	3,9	480	580	620	720
60	170	152	9,5	3,7	8,8	3,9	440	540	560	660
70	190	168	11,0	4,3	10,4	4,3	400	520	520	630
80	210	190	12,5	5,2	12,2	5,3	360	490	470	600

Il est facile de voir, par la simple inspection de ce Tableau, qu'il justifie parfaitement les conclusions théoriques que nous avions formulées.

Tout d'abord, on constate sur les graphiques mêmes que, aussi bien en alternatif qu'en continu, le couple ne dépend que de l'intensité moyenne quadratique. La tension d'alimentation n'intervient pas. En revanche, les valeurs de l'intensité correspondant au même couple sont sensiblement différentes, en alternatif et en continu. Conformément à ce que nous avions prévu, cette différence est insensible tant que l'intensité est assez faible pour que la réluctance magnétique soit pratiquement constante. Au contraire, quand l'intensité croît et que la saturation des fers intervient, la différence est très sensible.

Les différences dans les valeurs des pertes à tensions égales montrent également bien l'infériorité considérable de la marche en monophasé sur la marche en continu. Les pertes comparables aux

([1]) *La Revue électrique*, t. VIII, p. 264.

faibles puissances deviennent, aussitôt que la puissance s'élève, bien plus grandes en monophasé qu'en continu. Pour le couple maximum de 80 la perte en monophasé est plus du double de la perte en continu. Il est incontestable que cette augmentation de pertes tient bien à la présence de pertes supplémentaires dans les fers soumis à la fois à une saturation et à une fréquence relativement élevées. En effet, dans le fonctionnement en continu il y a un abaissement très sensible de ces pertes qui sont d'ailleurs limitées à l'induit, quand la vitesse diminue par suite de l'augmentation de charge; aussi il y a un couple pour lequel la perte est minimum. Au-dessus de ce couple la perte augmente par l'effet Joule presque seul. En dessous elle augmente, très faiblement d'ailleurs, par l'augmentation de fréquence dans l'induit.

Dans la marche en monophasé, l'augmentation de perte dans le cuivre est sensiblement plus forte du fait de l'intensité plus grande pour un même couple. Les pertes dans les tôles sont presque indépendantes de la vitesse et croissent très rapidement avec la saturation, ou, ce qui revient au même, avec l'intensité. La vitesse de l'induit n'est cependant pas tout à fait sans effet, et il semble bien qu'il y ait un minimum de perte quand la vitesse de l'induit est voisine du synchronisme. Ceci se traduit sur le Tableau par ce fait qu'aux fortes charges la perte est un peu plus faible à la tension la plus élevée qui donne une vitesse plus grande et par conséquent plus rapprochée du synchronisme. Le contraire se produit aux faibles charges pour lesquelles la vitesse est supérieure au synchronisme; l'élévation de la tension écarte alors de la vitesse la plus favorable.

Quoi qu'il en soit, le fait à retenir est que, si ce moteur de 40 chevaux peut effectivement soutenir une puissance de 38 chevaux pour un couple de 40 environ à 680 tours sous 300 volts monophasés, il sera capable de dissiper en chaleur une puissance de 6 kilowatts environ qui représentent la perte dans ces conditions de marche. Cela étant, il pourra incontestablement, à 300 volts continus, fonctionner dans d'aussi bonnes conditions avec un couple de 80 en développant une puissance de 70 chevaux à 600 tours; car à cette charge il perd en continu moins de 6 kilowatts. On peut donc dire qu'à tension égale et à perte égale ce moteur a une puissance double en continu de ce qu'elle est en monophasé. Il convient d'ailleurs de remarquer que le fonctionnement à tensions égales n'est pas nécessairement le plus favorable à la marche en continu. Il est bien certain, en effet, que le sectionnement qu'on est obligé d'admettre pour une commutation acceptable en monophasé permettrait une commutation irréprochable avec une tension continue bien supérieure. Le moteur tournerait alors plus vite et pourrait fournir sa puissance avec un peu plus de perte dans le fer et un peu moins dans le cuivre, ce qui serait évidemment plus rationnel.

Si l'on compare d'autre part les rendements de ce moteur en monophasé avec ceux d'autres moteurs de même puissance en continu et d'une construction courante, on pourra admettre que l'infériorité du moteur monophasé n'est guère considérable, surtout si l'on choisit un moteur continu d'un type tout à fait commercial et un peu ancien ou à marche lente. Cependant, l'écart de quelques pour 100 de rendement qu'on trouvera encore représentera une augmentation très sensible des pertes et par conséquent de l'échauffement. Enfin il est à remarquer que, pour faire un moteur monophasé acceptable on s'est trouvé conduit à faire un moteur continu tout à fait remarquable, de sorte que la distance entre les deux solutions reste par le fait toujours la même.

R. ROUGÉ.

LIGNES ET RÉSEAUX.

Électrification de la ligne Baltimore-Annapolis, par J.-B. WHITEHEAD. Communication présentée à l'American Institute of the Electrical Engineers, le 29 juin 1908 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVII, mai 1908, p. 627-656). — Dans la longueur totale des voies ferrées établies aux États-Unis, les lignes à voie unique figurent pour une proportion de 60 pour 100; elles sont généralement affectées au transport mixte des voyageurs et des marchandises sur des distances assez courtes. Malheureusement on ne peut pas souvent invoquer la raison d'économie pour y adopter la traction électrique, car cette transformation s'accompagne ordinairement d'un accroissement des charges fixes qui compense et au delà les économies que peut faire réaliser le nouveau mode d'exploitation. La ligne étudiée ici ne fait pas exception à cette règle, mais d'autres raisons qu'on indiquera plus loin ont paru assez importantes pour motiver sa transformation. Elle était exploitée depuis longtemps par la vapeur, ce qui facilite les comparaisons entre les deux systèmes de traction.

La ligne. — La ligne dite *Annapolis Short Line*, propriété de la Maryland Electric Railways Company, est une ligne à vapeur à voie unique, de largeur normale, entre Baltimore et Annapolis. Sa longueur est de 40^{km} et il y a en outre un embranchement de $6^{km},4$ allant d'Annapolis à Bay Bridge, station d'été au bord de la mer.

La pente maxima est de 1,5 pour 100; le rail pèse 36^{kg} au mètre courant. Le service normal actuel comprend 7 trains par jour, de 3 voitures chacun en moyenne, dans chaque sens; le nombre mensuel de voitures-kilomètres est d'environ 30000. Les trains directs font le parcours en 45 minutes, les trains omnibus en 1 heure.

Il y a tous les jours un train de marchandises dans chaque sens.

Motifs de l'électrification de la ligne. — Dans le but de favoriser le développement économique de la région desservie par la ligne, on voulait augmenter le nombre des trains tout en laissant aux express une rapidité au moins aussi grande. Il est vrai qu'on aurait pu atteindre ce but avec des frais de premier établissement bien moindres que ceux de l'exploitation électrique, en augmentant le matériel roulant, en établissant une double voie et en installant le block-system Mais on a préféré la traction électrique comme se prêtant mieux au trafic intense que réclamait le développement de la région et surtout au service des trains de plaisir; d'ailleurs une ligne concurrente, qui relie Annapolis à Baltimore par une route un peu plus longue, allait aussi adopter la traction électrique.

Puissance motrice. — Une usine génératrice de 13000 kilowatts, qui fournit l'éclairage et la force motrice à la ville de Baltimore, est installée à $2^{km},5$ de cette ville sur la ligne considérée; c'est à cette usine qu'on décida d'acheter l'énergie nécessaire.

Type de voiture. — Pour le transport des voyageurs, on emploie des voitures du type Pullmann à 62 places. On fait partir toutes les demi-heures ou toutes les heures, selon les besoins du service, des trains formés d'une seule voiture.

La commande électrique et celle du frein à air comprimé ont été prévues pour le système à unités multiples, de sorte qu'on pourra doubler le nombre de voitures-kilomètres en employant des trains de deux voitures. En cas d'intensité anormale du trafic, on aura recours à la vapeur.

Système adopté. — Deux méthodes ont été comparées : celle du courant monophasé à 25 périodes et celle du courant continu à 600 volts. On les a étudiées sous deux rapports : frais de premier établissement et frais d'exploitation. Cette dernière rubrique comprend la consommation d'énergie, le personnel des usines et l'entretien du matériel.

Conducteurs de distribution. — L'auteur calcule quelle peut être la chute de tension produite, en courant alternatif, par la résistance et la réactance du circuit formé par le fil de trôlet et les rails. Il arrive à la conclusion suivante : le fil de trôlet ayant un diamètre de $10^{mm},4$ (n° 000) (¹) et étant suspendu à une hauteur de $6^{m},70$ au-dessus d'une voie formée de rails pesant 36^{kg} au mètre, la chute de tension est de 36 à 39 volts par kilomètre et par 100 ampères à la fréquence de 25 périodes.

Résistance des trains à la traction. — Les évaluaons de cette résistance diffèrent beaucoup. Il existe deux récentes et remarquables études sur ce sujet : l'une dans le Rapport de la Railway Test Commission (Commission d'essais de chemins de fer), et l'autre dans l'Ouvrage de Parshall et Hobart (*Electric Railway Engineering*). Les chiffres tirés de ces deux études sont reproduits dans la Table ci-dessous :

(¹) Jauge américaine.

Résistance des trains à la traction en kilogrammes par tonne.

Vitesse (km : h).	0	32.	48.	64.	80.	96.
Electric Ry Test Comon		5,4	6,75	9	12	15,7
Berlin-Zossen ..	6,75	1,48	3,46	7,65	6,95	8,25
Aspinall			4,23	5,7	7,65	9,9

Toutes ces valeurs se rapportent à des trains d'une seule voiture; le poids des voitures considérées est de 38^{t}, pour les chiffres de l'Electric Railway Test Commission; il est de 90^{t} et de 77^{t} pour ceux de Berlin-Zossen, ainsi que pour ceux d'Aspinall. Les chiffres donnés par Aspinall pour des voitures plus légères sont d'ailleurs peu différents de ceux que cite la Table.

Parshall et Hobart concluent que la formule d'Aspinall donne des valeurs exactes pour les trains d'une seule voiture. Ces valeurs sont notablement inférieures à celles que donne la Railway Test Commission. Les essais de Berlin-Zossen ont donné aussi des chiffres bas, mais cela tient au poids élevé des voitures et à l'excellent état de la voie.

Il est certain qu'à l'instant qui suit le démarrage, la résistance du train à la traction passe par un minimum qui est d'environ $2^{kg},25$ par tonne. Pour une accélération rectiligne, uniforme et sans frottements de 1,6 kilomètre par heure par seconde, l'effort à appliquer est de 40^{kg} par tonne, de sorte que l'effort de traction nécessaire après l'instant du démarrage est d'environ 42^{kg} par tonne. Le chiffre souvent adopté de 44^{kg} par tonne laisse ainsi 2^{kg} par tonne pour l'accélération des parties en mouvement rotatif, le vent contraire et l'état défectueux de la voie. Il est certain aussi que pendant la période d'accélération la résistance au roulement n'absorbe qu'une faible partie de l'effort de traction total et qu'une erreur dans les chiffres adoptés n'a pas grande importance pour les faibles parcours.

Comparaison des deux systèmes. — On a d'abord déterminé, pour chacun des deux types de moteurs considérés, la puissance convenable à adopter. Dans ce but, on a tracé les courbes-types donnant la vitesse, l'intensité et la puissance en fonction du temps pour un parcours idéal, représentant la moyenne de chacun des parcours entre stations dont se compose le trajet total. Ces courbes ont été tracées pour des voitures munies de quatre moteurs et pour des moteurs de 75, 100, 125 chevaux. On a adopté dans chaque cas un train d'engrenages réduisant la vitesse autant que le permettait la vitesse choisie pour les trains express, afin de n'avoir pas deux modèles d'engrenages, l'un pour les express et l'autre pour les omnibus.

Les alternomoteurs de 100 chevaux et les moteurs à courant continu de 90 chevaux ayant été reconnus bien appropriés au service désiré au point de vue de l'échauffement, on a tracé les courbes de vitesse, d'intensité et de puissance en fonction du temps pour ces deux moteurs et pour chaque parcours entre stations dans chaque direction, en tenant compte des courbes, des pentes, du ralentissement sur les ponts, etc. L'auteur donne dans des Tables les résultats fournis par cette

série de courbes. Ce long travail avait son utilité : d'abord il a permis de se rendre compte par comparaison de la valeur des courbes-types, ensuite il a fourni les éléments d'un graphique de la marche des trains, qui a indiqué les points où il fallait établir des voies de garage. On a eu à en établir onze, et il y a en outre 4km,8 de double voie au terminus de Baltimore. La longueur de voie totale s'élève ainsi à 53km environ.

Les résultats tirés de toutes ces courbes indiquent qu'avec le courant continu la consommation moyenne d'énergie par voiture-kilomètre pour le trajet entier est supérieure d'environ 3,2 pour 100 à celle qu'indiquent les courbes-types; pour le courant alternatif, la différence est de 3,5 pour 100. Il y a donc une concordance très satisfaisante entre les courbes-types et les graphiques dressés d'après l'ensemble de la ligne.

La Table ci-dessous met en regard les deux systèmes au point de vue de l'énergie consommée :

Type de voiture.	Vitesse commerciale km : h.	Kw : h par voiture-km (à la voiture).	Kw : h par voiture-km (à la sous-station).
37t courant continu...	49	1,77	2,22
42 » alternatif.	49	2,03	2,06
45 » continu...	46	2,06	
50 » alternatif.	47,4	1,99	

On voit que, pour les deux derniers types de voiture indiqués dans la Table, la voiture à courant alternatif consomme moins d'énergie malgré son poids plus grand. Cela est dû aux pertes dans le rhéostat que comporte le système à courant continu; le trajet entre stations étant court, le rhéostat est en circuit pendant plus d'un tiers du temps où la puissance est appliquée. La puissance maxima atteinte est plus grande pour la voiture à courant alternatif, ainsi que l'énergie absorbée pendant la période où la tension totale est appliquée aux moteurs. Mais, avec le courant continu, la puissance est appliquée pendant une période plus longue, en raison de la valeur moindre de la vitesse maxima qu'on peut atteindre. Cette différence ne se reproduit pas pour les voitures plus légères : l'accélération s'obtient avec une moindre consommation d'énergie pour la voiture de 37t à courant continu que pour la voiture de 42t à courant alternatif, et l'on y coupe le courant plus tôt. Si l'on accroît le poids des voitures à 45t et 50t, le surplus de puissance exigé est moindre pour le moteur monophasé que pour le moteur à courant continu, dont la puissance nominale est plus faible.

Matériel électrogène et consommation d'énergie. — Pour éviter le déséquilibre qu'aurait produit à l'usine génératrice une aussi forte charge sur une seule phase, on installa à cette usine des groupes transformateurs composés chacun d'un moteur synchrone triphasé à 13000 volts et 25 périodes accouplé directement à un alternateur monophasé à 6600 volts et 25 périodes. Ces groupes sont de 600 kilowatts chacun et au nombre de trois; ils alimentent d'une part le trôlet, d'autre part des transformateurs qui élèvent la tension à 22000 volts pour transmettre le courant à une sous-station établie à 28km de l'usine génératrice et à 10km d'Annapolis. Cette sous-station renferme trois transformateurs statiques de 300 kilowatts.

Pour une charge de 800 kilovolts-ampères avec un facteur de puissance 0,85 sur les transformateurs de la sous-station, la chute de tension entre les barres à 6600 volts de l'usine génératrice et la connexion de la sous-station au trôlet sera d'environ 15 pour 100.

La consommation journalière d'énergie sera la suivante :

	kw
22 trains omnibus à 2,06 kw : h par voiture-kilomètre........	1840
20 trains express à 1,77 kw : h par voiture-kilomètre........	1401
	3241

La moitié environ de cette charge est transmise directement de l'usine au trôlet avec un rendement de 98 pour 100; l'autre moitié, passant par la sous-station, est transmise avec un rendement de 89 pour 100 environ. Cela donne 3475 kw : h aux barres des alternateurs monophasés. En admettant que le rendement moyen des groupes transformateurs est de 80 pour 100, la consommation journalière avec le système monophasé sera de 4350 kw : h.

Avec le courant continu à 600 volts, l'intensité à fournir, si l'on suppose que deux voitures démarrent en même temps alors qu'une troisième est en marche, peut facilement atteindre 1200 ampères; la vitesse imposée étant d'ailleurs assez grande, le troisième rail est le mode d'alimentation à employer. On est conduit à établir quatre sous-stations, éloignées au plus de 11km les unes des autres; la chute de tension, au moment où trois voitures démarrent au milieu de l'intervalle entre deux stations, atteint ainsi 200 volts. Il est à noter que, si la voie était double, deux sous-stations suffiraient pour maintenir une tension suffisamment régulière. Il faudra installer dans chaque sous-station une commutatrice de 300 kilowatts pour des trains d'une seule voiture, et deux de ces machines pour des trains de deux voitures. La ligne de transmission sera triphasée à 2200 volts.

La consommation journalière d'énergie pour le service normal serait la suivante :

	kw : h
22 trains omnibus à 2,13 kw : h par voiture-kilomètre........	1900
22 trains express à 1,68 kw : h par voiture-kilomètre........	1363
	3263

De ces 3263 kw : h, les trois quarts seraient fournis par les sous-stations, avec un rendement de 76 pour 100, et un quart par l'usine génératrice, avec un rendement de 83 pour 100. On arrive ainsi à un total journalier de 4200 kw : h pour le système à courant continu.

Choix du système à employer. — Ci-dessous est la comparaison des frais d'établissement des deux systèmes dans leurs parties essentielles :

	Courant continu.	Courant alternatif.
	fr	fr
Voitures complètement équipées	536000	750000
Trôlet, poteaux, suspension, haubans		375000
Troisième rail	660000	
Ligne de transmission	325000	180000
Matériel de l'usine génératrice.	105000	310000
» des sous-stations	195000	24000
Bâtiments des sous-stations.	75000	15000
Éclissage électrique de la voie.	90000	55000

Comme consommation d'énergie, les deux systèmes paraissent être à peu près équivalents. Au point de vue des frais de personnel, le système à courant continu, qui aurait à entretenir trois sous-stations de plus que l'autre, serait désavantagé. D'autre part, les frais d'entretien et de réparation seraient moindres pour les voitures à courant continu. Au total, d'après les évaluations de l'auteur, le système à courant alternatif ferait économiser environ 45000^{fr} par an sur les frais d'exploitation. En outre, le projet de l'installation à courant alternatif assure un matériel de secours plus considérable à l'usine génératrice et aux sous-stations.

Lorsqu'enfin on compare les frais de l'exploitation électrique aux frais de l'exploitation par la vapeur, on trouve que pour cette ligne le nouveau mode d'exploitation serait d'environ 16 pour 100 plus onéreux que l'ancien, mais on compte que le développement du trafic le rendront néanmoins plus avantageux.

P. L.

Le réseau des tramways de Marseille. — Le réseau des tramways de Marseille, appartenant à la Compagnie générale française des Tramways, tient la première place parmi les réseaux des grandes villes européennes. Déjà, en 1905, il comprenait 117^{km} de lignes, ce qui correspondait à une longueur de 2^{km},34 par 10000 habitants, alors que cette proportion n'était que 1^{km},47 à Dusseldorf, 1^{km},38 à Cologne, 1^{km},27 à Francfort, etc., pour ne citer que les villes qui passent pour être les mieux desservies. Depuis cette époque, la longueur des lignes s'est encore augmentée d'une quarantaine de kilomètres par la construction, aujourd'hui à peu près entièrement achevée, de 24 lignes urbaines et 10 lignes suburbaines. Le Tableau ci-joint montre le développement du réseau et du trafic depuis 1876 jusqu'à fin 1906 :

ANNÉES.	LONGUEUR des lignes exploitées.	EFFECTIF moyen des chevaux.	EFFECTIF du personnel.	KILOMÈTRES parcourus.	NOMBRE de voyageurs transportés.	RECETTES brutes.
	km					fr
1876	12,496	425	250	1014129	7027119	1096371,92
1877	23,207	450	400	1453229	9417868	1469875,49
1880	23,207	500	650	1675698	12214442	1603719,60
1885	24,407	592	900	2123604	12947695	1741569,47
1890	46,090	600	1700	2195460	14299348	1760716,45
1895	55,316	900	1850	5228757	27708475	3700089,49
1900	72,410	supprimés en août.	2196	9406880	42243060	4539145,60
1901	81,115	"	2125	10831298	48581585	5282587,32
1902	101,255	"	2047	12674074	61180191	6430023,87
1903	104,645	"	1762	13466586	65052783	6841113,20
1904	108,443	"	2238	14962091	70782479	7432636,74
1905	118,798	"	2412	17143595	77176908	8040110,70
1906	123,959	"	2324	19236968	88943150	9245480,25

L'exploitation de ce réseau est non moins remarquable que son étendue. D'une part, toutes les lignes urbaines ou suburbaines aboutissent au centre même de la ville, près de la Canebière; il en résulte une très grande commodité pour les voyageurs, qui peuvent ainsi se rendre directement dans le quartier des affaires sans transbordement ni correspondance. D'autre part, le tarif est extrêmement modique; il est uniforme et de 10 centimes seulement, sauf toutefois sur quelques nouvelles lignes suburbaines; sur certaines lignes venant de la banlieue, ce tarif correspond à moins de 1 centime par kilomètre; toutefois il faut tenir compte du fait qu'il n'est pas délivré de correspondance et que, pour se rendre d'un point situé d'un côté du centre des affaires à un point situé de l'autre, il faut généralement payer deux fois. Un troisième point caractéristique est l'adaptation de la fréquence des départs aux besoins du public : point d'horaire fixe forçant les voyageurs à attendre aux stations, mais départs à fréquence variable, mais toujours très grande, suivant les jours et les heures de la journée; le service des dimanches est souvent majoré de 100 pour 100 par rapport au service des jours de semaine, et les visiteurs de

l'Exposition pourront se convaincre que sur les lignes qui desservent celles-ci les trains forment parfois un véritable trottoir roulant.

Le seul reproche que l'on pourrait faire au service des tramways marseillais est la faiblesse de la vitesse commerciale atteinte dans la partie centrale. C'est le revers de la médaille de l'avantage résultant de ce que toutes les lignes aboutissent au centre de la ville. Cette disposition occasionne souvent des encombrements qui obligent à des ralentissements ou des arrêts fréquents. Cet inconvénient a d'ailleurs une répercussion sur les dépenses de l'exploitation, qui se trouvent notablement augmentées par la consommation anormale d'énergie et l'usure du matériel résultant des démarrages fréquents, et par la mauvaise utilisation du matériel roulant et du personnel résultant de la faiblesse de la vitesse moyenne. Cette vitesse moyenne n'est guère en effet que de 10 km : h, alors qu'elle atteint 11,5 km : h à Lyon, 12 km : h à Rouen et au Havre. Inutile de dire que la Compagnie fait tous ses efforts pour remédier à cet état de choses, ses intérêts s'alliant en la circonstance à l'intérêt public pour augmenter la vitesse commerciale.

La description d'un aussi important réseau mériterait plus de place que nous ne pouvons lui en accorder; bornons-nous donc à dire quelques mots sur la façon dont il est alimenté et sur le matériel roulant utilisé.

Alimentation électrique. — L'alimentation des lignes de contact en courant continu 600 volts est assurée par des stations de transformation convenablement réparties. Ces stations sont équipées avec des commutatrices fournies les unes par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, les autres par la Compagnie française Thomson-Houston; ces dernières peuvent démarrer par le côté triphasé, ce qui dispense de la manœuvre toujours un peu longue et délicate de synchronisation, nécessaire dans le cas du démarrage par le côté continu. La plupart des stations renferment une batterie d'accumulateurs servant de réserve et de tampon; ces stations sont munies de survolteurs automatiques pour le fonctionnement de la batterie en tampon. Dans quelques stations se trouvent, en outre, des survolteurs spéciaux pour les feeders alimentant les longues lignes de banlieue.

L'énergie électrique est amenée aux stations de transformation sous forme de courants triphasés à 5500 volts, 25 p : s, fournis soit par l'usine génératrice de Saint-Giniez de la Compagnie des Tramways, soit par le poste de transformation de Castellane de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Le réseau des câbles à 5500 volts est naturellement installé de telle sorte qu'en cas de rupture d'un câble direct une station quelconque puisse être alimentée indirectement.

La consommation d'énergie atteint actuellement environ 20 millions de kilowatts-heure par an en courant triphasé.

Matériel roulant. — Les voitures motrices et de remorque sont, pour la plupart, à banquettes transversales et à glaces amovibles; ce type, bien approprié aux conditions locales, est très en faveur auprès du public et a été exclusivement adopté pour les voitures construites pendant ces dernières années. Les voitures urbaines sont à deux essieux; mais pour quelques lignes de banlieue, où les départs sont moins fréquents et la vitesse plus considérable, on a adopté des voitures plus grandes, montées sur boggies, pouvant contenir 59 voyageurs dont 33 assis et 13 debout sur chacune des plates-formes.

Chaque voiture est munie de deux moteurs. La puissance de ceux-ci, qui n'était aux débuts, en 1892, que de 15 chevaux, a été élevée successivement à 25, puis à 35 et à 55 chevaux pour les voitures à deux essieux; pour les voitures à boggies, elle est de 65 chevaux.

Pour ce matériel roulant, qui compte aujourd'hui plus de 900 véhicules de toutes sortes, la Compagnie dispose de six dépôts avec remises couvertes pouvant contenir environ 800 voitures. Les réparations sont effectuées dans trois ateliers dont le plus important, celui des Chartreux, occupe environ 300 ouvriers.

Les nouvelles voitures motrices sont munies du frein à air différentiel Westinghouse, avec compresseur indépendant. Les voitures de remorque attelées à ces voitures possèdent le même système de freinage. Quant aux remorques ordinaires, elles portent un frein à solénoïde, système Guénée, dont il est fait usage seulement comme frein de secours; toutes les voitures circulant sur de très fortes pentes (le réseau en comporte jusqu'à 98^{mm} par mètre) portent en outre un puissant frein à patin agissant sur les rails et des taquets de retenue facilitant le démarrage en rampe et empêchant le recul.

Ligne de tramways Aix-Marseille. — Le premier projet relatif à l'établissement d'une ligne de tramways reliant Aix à Marseille remonte à 1894, mais le décret de concession ne fut rendu qu'en 1901. Le 13 août 1903, la ligne fut livrée à l'exploitation.

Cette ligne, longue de 30^{km}, emprunte au réseau des tramways de Marseille un parcours de 8^{km} compris de la place du Change à Saint-Antoine; de ce dernier point à Aix, elle suit la route nationale n° 8 tantôt sur un côté, tantôt sur l'autre, à cause de la présence d'un câble télégraphique souterrain au-dessus duquel l'administration, pour des motifs stratégiques, n'a pas autorisé le placement de la voie. Celle-ci, sauf dans la traversée des villages, est placée sur un trottoir réservé à la circulation du tramway. Les rampes sont nombreuses; l'une d'elles, celle de la Viste, atteint 90^{mm} par mètre. La voie est en rails Vignole pesant 23^{kg} par mètre, sauf dans les sections noyées dans le macadam où elle est constituée par des rails Broca pesant 40^{kg} par mètre.

Alimentation électrique. — La nécessité de disposer d'un grand volume d'eau pour la condensation a conduit à construire l'usine génératrice sur les bords de l'Arc, près d'Aix. Le terminus Saint-Antoine se trou-

vant à 19km de l'usine, l'alimentation directe de toute la ligne par du courant continu à 600 volts eût conduit à l'établissement de feeders trop coûteux. Aussi l'alimentation directe ne se fait-elle que dans le voisinage de l'usine dont les génératrices, bimorphiques, produisent, d'une part des courants continus à 600 volts, d'autre part des courants triphasés à 400 volts. Ces derniers sont portés à la tension de 10000 volts et transmis à des sous-stations où ils sont ramenés à 400 volts pour l'alimentation de commutatrices reliées au fil de contact. On obtient ainsi, et malgré que le nombre des voitures en mouvement sur la ligne soit toujours faible, une charge assez régulière des génératrices, celles-ci débitant du côté continu ou du côté triphasé suivant la position des voitures sur la ligne.

Ces installations électriques ont été faites par la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

Matériel roulant. — Le matériel roulant, formé de voitures automotrices et de voitures de remorque, a le même gabarit que celui de la Compagnie des Tramways de Marseille, dont le tramway d'Aix emprunte, comme nous l'avons dit, 8km de voies. Ce gabarit, qui n'est que de 2m, est un peu étroit pour un service interurbain.

Les voitures motrices sont actionnées par deux moteurs de 50 chevaux pouvant développer 75 chevaux pendant 30 minutes. Une pompe à air montée sur l'essieu alimente un frein différentiel système Westinghouse. Un frein à patin avec sabot de calage complète ce dernier. Les contrôleurs des moteurs permettent d'ailleurs le freinage électrique; mais ce mode de freinage, en raison des détériorations qu'il peut causer aux moteurs, ne doit être utilisé qu'en cas d'extrême urgence. Pour qu'il en soit bien ainsi, toute mise en fonction du frein électrique est décelée par la rupture d'un plomb, ce qui oblige le conducteur à rendre compte, en arrivant au terminus, des motifs qui l'ont obligé à user du frein électrique, qui est immédiatement plombé à nouveau; grâce à cet artifice, les dépenses d'entretien des moteurs ont été considérablement réduites.

La vitesse est assez élevée, la durée du parcours Aix-Marseille étant de 1 heure 30 minutes en trains express.

Pont à transbordeur du Port-Vieux de Marseille. — Commencé en novembre 1903, ce pont à transbordeur a été mis en service le 24 décembre 1905. Il a été construit par la maison F. Arnodin, de Châteauneuf-sur-Loire; l'installation électrique a été faite par la maison Hillairet et Huguet. Depuis la mise en service, c'est-à-dire depuis près de trois ans, son fonctionnement n'a subi aucun arrêt.

Comme le montre la figure 1, le tablier est suspendu à deux pylônes de 85m de hauteur formés chacun de quatre piliers. Ce tablier a 165m de longueur entre pylônes, c'est-à-dire indépendamment des deux parties qui se trouvent au delà des pylônes et qui servent à l'équilibrage. Il est lui-même formé de trois parties : deux travées suspendues aux pylônes et une travée centrale. La nacelle prend appui sur le tablier au moyen d'un cadre de roulement que fait mouvoir un câble de halage s'enroulant sur un treuil à commande électrique placé dans l'un des pylônes et passant sur une poulie de renvoi située dans l'autre pylône; un ascenseur électrique dessert le tablier, d'où l'on découvre un horizon très étendu.

L'énergie électrique, avant d'être utilisée pour l'exploitation, a rendu service pour le montage des pylônes et du tablier; disons quelques mots de l'une et l'autre de ces applications.

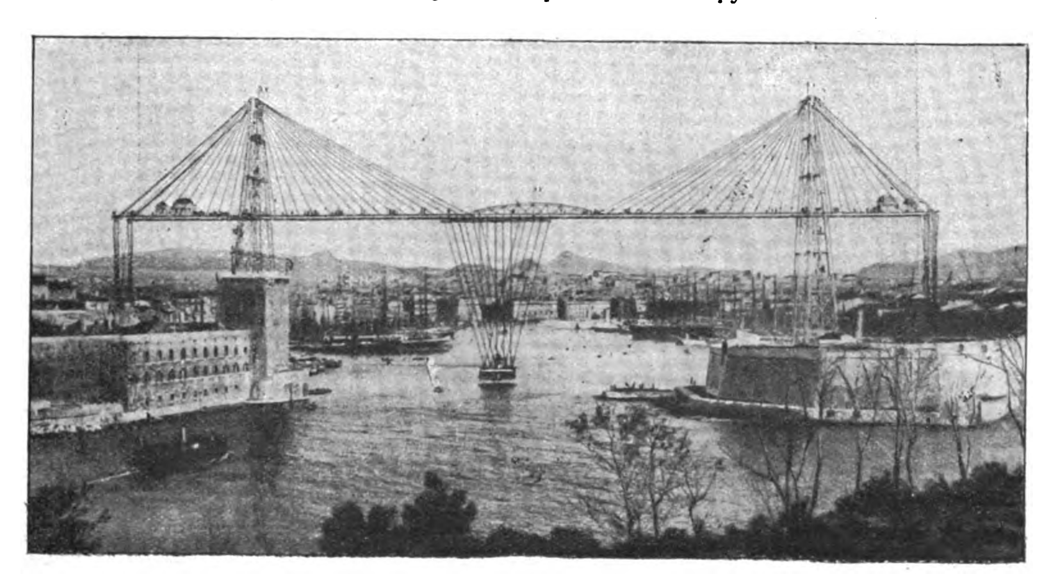


Fig. 1. — Vue d'ensemble du pont à transbordeur.

Montage des pylônes et du tablier. — Le montage des pylônes a été effectué par une grue électrique auto-élévatrice. Des mesures faites lors du montage d'un arêtier de 1526^{kg}, soulevé à 53^{m} de hauteur en 6 minutes 20 secondes, ont montré que la consommation d'énergie électrique n'avait été que 8 hw : h, soit une dépense de 0^{fr},16, l'énergie électrique étant vendue 0^{fr},20 le kilowatt-heure pour la force motrice. Le montage du pylône nord entier, d'un poids total de 240^{t}, n'a exigé que 344 kw : h, soit une dépense de 68^{fr},80. La mise en place de la travée centrale, d'un poids de 50^{t}, a demandé 90 kw : h., soit une dépense de 18^{fr}; l'ascension, depuis le pont des chalands qui supportaient la travée jusqu'au niveau du tablier, s'est effectuée en 2 heures 30 minutes, soit avec une vitesse de 0^{m},33 par minute; quatre treuils électriques furent utilisés pour cette opération.

Mécanisme de halage de la nacelle. — Le treuil qui fait mouvoir la corde de halage est actionné par deux moteurs à courant continu de 25 chevaux agissant par accouplements élastiques sur un arbre intermédiaire relié à l'arbre du treuil par un engrenage réducteur de vitesse.

Le courant continu est fourni par le réseau de distribution urbain sous 440 volts. Les conducteurs extrêmes de la canalisation aboutissent sur un tableau placé dans la chambre des machines, tableau qui permet de lancer le courant soit dans un seul des moteurs, soit dans les deux moteurs, et de relier ceux-ci soit en tension, soit en parallèle.

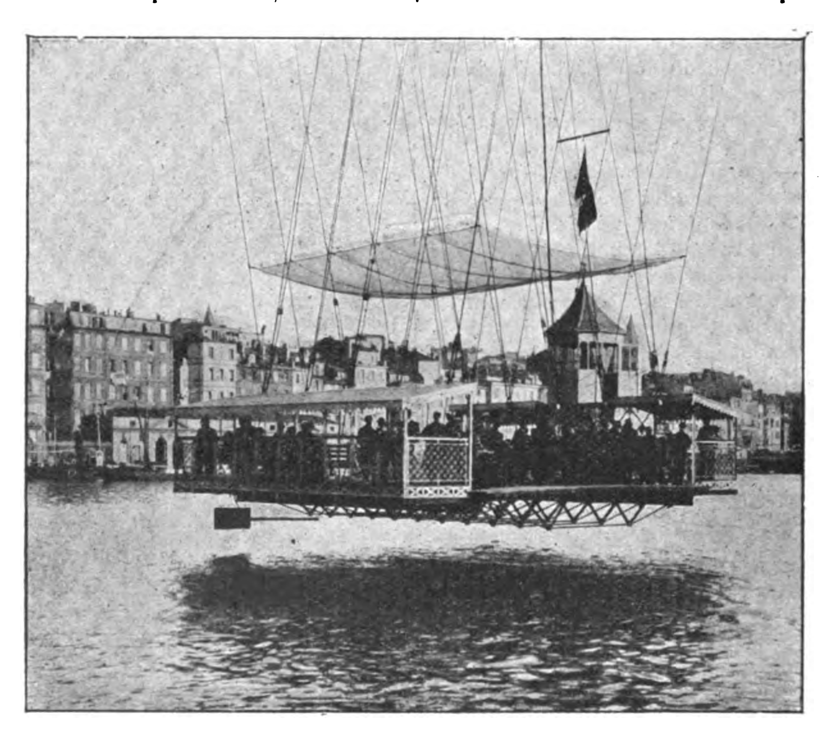


Fig. 2. — Nacelle du pont à transbordeur.

De la chambre des machines partent six câbles suspendus d'un pylône à l'autre, à la hauteur du tableau. Deux servent à l'aller et au retour du courant; deux autres aboutissent aux rotors des moteurs; les deux derniers, aux inducteurs. Sur ces câbles s'appuient les roulettes de six perches de trôlet portées par le chariot de roulement, perches reliées à des câbles aboutissant à deux contrôleurs placés dans la nacelle. Ces contrôleurs, analogues comme formes extérieures à ceux des tramways, permettent de régler la vitesse de translation de la nacelle au moyen de résistances. Une manette, placée sur chaque contrôleur, sert à changer le sens de rotation des moteurs. Le freinage de la nacelle s'opère simplement en immergeant plus ou moins dans la mer des panneaux en bois que des cordelettes en acier maintiennent dans la position verticale, mais les cylindres des contrôleurs sont munis de plots permettant le freinage électrique des moteurs en cas d'urgence.

De mesures faites du 24 décembre 1905 au 31 mars 1906 il résulte que la consommation d'énergie a été, pendant cette période, de 8390 kw : h. Le nombre des voyages de la nacelle ayant été de 22158, la consommation moyenne d'énergie par voyage est donc de 3,78 hw : h, correspondant à une dépense de moins de 8 centimes. La durée moyenne d'une traversée étant de 90 secondes, la puissance moyenne est par suite de 20,5 chevaux. Mais cette puissance moyenne est notablement inférieure à la puissance maxima, laquelle dépend dans une très grande mesure de la direction et de l'intensité du vent. La figure 2 représente la nacelle du pont à transbordeur.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes organisant le contrôle des distributions d'énergie électrique dans plusieurs départements. — Par arrêté du 31 août 1908 (*Journal officiel* du 4 septembre 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans le département des Bouches-du-Rhône.

Par arrêté du 26 septembre 1908 (*Journal officiel* du 1er octobre 1908), le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé dans le département de Lot-et-Garonne.

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes relative au règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et à l'envoi du décret du 3 avril 1908 (1).

LE MINISTRE

à Monsieur le Préfet du département d

J'ai l'honneur de vous adresser ampliation d'un décret en date du 3 avril 1908, portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie. Ce décret complète les dispositions fondamentales de la loi et assure à l'industrie électrique une unité de réglementation qui, jusqu'à présent, lui faisait défaut.

La législation nouvelle, qui abroge et remplace tous actes législatifs ou administratifs antérieurs, relatifs aux distributions d'énergie électrique, soulève des problèmes de nature complexe et délicate, dont l'interprétation est d'autant moins aisée que la matière est d'origine très récente et que la jurisprudence n'a pas encore précisé la portée des textes législatifs. Il m'a donc paru nécessaire d'indiquer explicitement les conséquences générales qui découlent de la loi du 15 juin 1906 et de vous donner des instructions détaillées pour l'application du décret ci-annexé.

Dispositions générales. — La loi du 15 juin 1906 s'applique à toutes les distributions d'énergie électrique aussi bien à celles qui s'adressent au public qu'à celles qui ne visent que des particuliers; mais elle ne concerne que les distributions, c'est-à-dire les lignes, canalisations, sous-stations, postes de transformation et autres ouvrages servant au transport du courant, et non les usines et appareils servant soit à la production du courant, soit à son utilisation.

Les distributions situées exclusivement sur des terrains particuliers peuvent être établies sans formalités, sauf si elles sont à moins de 10m de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique. Dans ce cas, leur établissement doit être autorisé par le préfet, conformément au titre II de la loi.

Les distributions d'énergie empruntant sur tout ou partie de leur parcours le domaine public peuvent être établies ou exploitées en vertu soit de permissions de voirie, soit de concessions avec ou sans déclaration d'utilité publique. Les permissions sont données par le maire ou le préfet suivant la nature des voies empruntées; les concessions sont accordées soit par l'État, soit par les communes ou syndicats de communes.

Ces dispositions n'obligent pas l'Administration à autoriser toute distribution: l'obtention d'une permission ou d'une concession ne constitue pas un droit pour le demandeur. L'autorité compétente a seule qualité pour apprécier si la distribution présente un intérêt suffisant pour justifier l'occupation du domaine public pour un usage autre que l'usage commun. L'Administration peut accorder ou refuser aussi bien une concession qu'une permission, et les considérations qui doivent motiver ses décisions découlent des principes suivants, qui avaient déjà inspiré la circulaire des Ministres de l'Intérieur et des Travaux publics du 15 août 1893, aujourd'hui abrogée.

Lorsqu'un particulier demande à établir sur le domaine public pour son propre usage une canalisation électrique, rien ne s'oppose à ce que cette autorisation lui soit accordée soit par le préfet, soit par le maire, pourvu qu'il n'en résulte aucun inconvénient pour la circulation.

Mais lorsqu'un particulier demande à établir sur une voie publique quelle qu'elle soit, de grande ou de petite voirie, des ouvrages permanents de distribution proprement dite, destinés à un usage collectif, pour faire commerce de leur exploitation, l'autorité compétente n'a plus seulement à examiner la question de savoir si l'existence de ces ouvrages est compatible avec l'utilisation normale des voies publiques; elle doit examiner, en outre, si l'installation projetée ne risque pas de créer un obstacle à l'organisation et au fonctionnement des services publics.

Qu'il s'agisse d'éclairage ou de force motrice, un pareil examen intéresse au plus haut point les Administrations communales et il convient de les consulter, même quand la décision finale est dévolue à l'Administration supérieure.

Une distinction est cependant à faire entre la distribution de la lumière et celle de la force.

La loi nouvelle laisse aux communes la faculté de constituer un monopole pour l'éclairage par voie de concession; par conséquent, en autorisant des distributions d'éclairage, même dans les communes où il n'en existe pas encore, l'État restreint les droits reconnus aux municipalités; il ne doit donc user des pouvoirs qui lui sont conférés qu'après avoir provoqué l'avis des corps municipaux intéressés. S'il est fait opposition à la distribution projetée, l'autorisation ne peut être donnée, au nom de l'État, que par le Ministre des Travaux publics, dans des conditions offrant aux citoyens toutes garanties pour la sauvegarde de leurs intérêts collectifs.

Les distributions de force, au contraire, sont placées sous le régime de la libre concurrence; aucun privilège n'est réservé aux communes. L'État n'a qu'à se préoccuper de ne pas créer, par son intervention, d'entraves à la création et au développement des services publics, que les municipalités ont mandat d'organiser pour l'ensemble de leurs territoires.

En définitive, il importe que l'État n'autorise des distributions collectives, tant de lumière que de force, qu'après avis des maires, conformément aux prescriptions de la loi du 5 avril 1884, pour les distributions établies à titre précaire et révocable, en vertu de permissions de voirie, et qu'après avis des conseils municipaux pour les distributions à établir en vertu de concessions. Si l'accord ne s'établit pas entre

(1) Ce décret a été publié dans *La Revue électrique* du 15 avril 1908.

les représentants de l'État et les communes, il appartient au Préfet de statuer en matière de permissions de voirie par application de l'article 98 de la loi du 5 avril 1884 et au Ministre des Travaux publics de se prononcer en matière de concessions, après avis du Comité d'Électricité.

Lorsque la distribution a pour objet non de faire le commerce du courant, mais de desservir les services publics, il est du devoir de l'État aussi bien que des communes d'accorder toutes facilités pour l'établissement des ouvrages nécessaires au transport de l'énergie, qu'il y ait ou non des concessions antérieures. L'intervention de l'État, dans les formes prévues par la loi, se justifie par l'intérêt des services publics dont il convient d'assurer la marche, même en cas d'opposition des communes et quelle que soit la catégorie des voies à emprunter.

Les distributions particulières entraînant l'occupation du domaine public pour un usage autre que l'usage commun doivent rester précaires et révocables et, par conséquent, être autorisées par permissions de voirie. Pour les distributions publiques, le régime de la concession paraît, en général, préférable.

Ainsi que le rappelait, en effet, la circulaire du 15 août 1893, le nombre des canalisations est limité par le jeu des places disponibles sous la chaussée ou le long des façades et surtout par les inconvénients que présente le remaniement fréquent des chaussées, en cas de canalisations souterraines multiples, et le voisinage de plusieurs conducteurs aériens, surtout s'ils sont à haute tension. La faculté d'occuper le domaine public ne peut, dès lors, être accordée, sur une même voie, qu'à un très petit nombre de bénéficiaires.

Si l'occupation est autorisée par permission de voirie, elle constitue au profit des occupants un monopole de fait, sans obligations connexes. Si, au contraire, elle est autorisée par une concession fixant les tarifs et les conditions de l'exploitation, le public est garanti contre les exigences des entrepreneurs de la distribution et la collectivité est desservie dans les meilleures conditions.

Ainsi, dans toutes les communes qui, soit par leur importance, soit par leur association syndicale avec d'autres communes, comportent l'établissement d'une ou plusieurs distributions collectives, il est désirable que les distributions soient autorisées par concession et non par simple permission de voirie. Toutefois, lorsqu'il ne se présente pas de demandeurs en concession, ou lorsque les concessionnaires sont incapables de livrer l'énergie réclamée, des permissions de voirie peuvent être délivrées pour assurer aux habitants, dans de bonnes conditions, la fourniture de courant dont ils ont besoin.

Quant aux lignes de transport desservant des services publics, elles peuvent être autorisées indifféremment soit par concession, soit par permission de voirie, suivant que l'un ou l'autre régime est plus favorable à leur établissement. L'intérêt bien entendu de l'État, comme celui des communes, commande de les favoriser dans la plus large mesure, sans les subordonner aux besoins de l'organisation d'un service collectif de distribution.

Dispositions spéciales. — Le décret du 3 avril 1908 a pour objet de préciser la procédure à suivre pour l'établissement des distributions et de déterminer les règles générales relatives à la sécurité de l'exploitation et des services que cette exploitation intéresse.

Le chapitre premier traite des distributions d'énergie électrique établies exclusivement sur des terrains privés. Dans cette catégorie ne doivent être rangés que les ouvrages et canalisations établis sur des terrains privés qui forment par leur ensemble une véritable distribution, mais non les canalisations et ouvrages qui, bien que situés sur des terrains privés, font néanmoins partie d'une distribution empruntant en tout ou en partie le domaine public, et dont l'établissement est, par conséquent, régi par les titres III, IV et V de la loi.

Le Chapitre II détermine les conditions auxquelles sont accordées les permissions de voirie pour l'établissement des distributions.

Quelles que soient les voies empruntées, toute demande de voirie doit être adressée au Préfet, si la distribution doit s'étendre sur un seul département; au Ministre des Travaux publics, si elle doit s'étendre sur plus d'un département.

A la demande est joint un dossier permettant d'apprécier la situation, la destination et la nature de la distribution projetée. En aucun cas il ne convient d'examiner isolément une section de ligne, sans étudier en même temps l'ensemble dont elle fait partie. Les ingénieurs doivent, en conséquence, tenir la main à ce que les demandeurs produisent à l'appui de leur demande un plan d'ensemble qui sera plus ou moins détaillé suivant les circonstances, mais qui devra toujours être fourni, même lorsque la demande ne vise qu'une ligne complétant une distribution déjà autorisée.

La permission de voirie n'ayant pour objet que d'autoriser l'occupation du domaine public par le demandeur, sans préjudice de l'approbation par l'Ingénieur en chef du contrôle des mesures d'exécution relatives aux ouvrages projetés, le dossier de la demande peut ne comporter que des projets sommaires sans études détaillées, pourvu que les pièces soient suffisantes pour permettre d'apprécier la possibilité et la convenance de l'entreprise; mais rien ne s'oppose à ce que le demandeur fournisse en même temps que sa demande les projets définitfs, de manière que l'ingénieur en chef du contrôle puisse procéder parallèlement à l'instruction technique et administrative de l'affaire et éviter ainsi les lenteurs d'une double instruction.

Parmi les renseignements que le demandeur est tenu de fournir à l'appui de sa demande figure, explicitement mentionnée, la destination de la distribution. Cette indication est indispensable pour permettre à l'autorité compétente, avant de prendre une décision, d'examiner l'intérêt présenté par l'entreprise projetée et d'apprécier si elle ne porte pas atteinte à des intérêts qu'il y a lieu de sauvegarder.

Toute permission autorisant une distribution qui cesserait d'être affectée à la destination ayant motivé l'autorisation ou serait affectée à une destination différente pourra être frappée de révocation. Devra, notamment, être retirée toute permission dont le titulaire distribuerait de l'énergie en vue de l'éclairage, alors qu'il n'était autorisé à distribuer que de la force.

Pour des motifs analogues, sauf disposition contraire de la permission initiale, tout branchement nouveau doit faire l'objet d'une permission spéciale. Il importe en effet qu'un entrepreneur qui a obtenu une permission pour établir une ligne déterminée ne puisse, sans que les autorités compétentes ne soient appelées à en connaître, créer une nouvelle distribution faisant concurrence à des concessions préexistantes dont elle n'aurait pas à supporter les charges.

L'instruction des permissions doit être poursuivie dans les formes habituellement admises pour les permissions de voirie. Il convient, toutefois, de remarquer que l'Ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique intervient dans tous les cas, même lorsque la demande ne vise qu'une distribution empruntant exclusivement des voies placées dans les attributions du Maire. Il doit, en particulier, veiller à ce que les concessionnaires antérieurs, s'il en existe, soient appelés à fournir leurs observations et à ce que les permissionnaires ne contreviennent pas aux privilèges d'éclairage que les communes ont pu réserver.

Si l'instruction donne lieu à un désaccord entre les services ou communes intéressés, le dossier doit être transmis au Ministre des Travaux publics qui statue après avis du Ministre de l'Intérieur. Le dossier peut également être trans-



mis au Ministre si les concessionnaires antérieurs s'opposent à la délivrance de la permission demandée, mais la transmission à l'autorité supérieure n'est pas obligatoire; il ne faudrait pas, en effet, qu'un concessionnaire pût compliquer les formalités et retarder de parti pris la marche de l'instruction, surtout lorsque ses prétentions ne sont pas fondées. Dans chaque cas, il appartient au Préfet d'apprécier s'il doit demander des instructions au Ministre, ou s'il est suffisamment éclairé par l'instruction locale pour statuer sous sa propre responsabilité.

Dans tous les cas où la distribution projetée doit emprunter, autrement que par une traversée, des voies dépendant de la grande voirie et non affectées à la circulation publique, notamment des voies ferrées, le Préfet doit consulter le Ministre; il statue, au contraire, sur le vu du dossier de l'instruction, lorsque la distribution ne fait que traverser les chemins de fer ou les canaux et qu'il y a accord entre les divers services intéressés.

Le chapitre III traite des concessions simples, sans déclaration d'utilité publique.

La concession est donnée soit par la commune, soit par le syndicat formé entre plusieurs communes, si la demande ne vise que le territoire de la commune ou du syndicat, soit par l'État dans les autres cas.

Un même entrepreneur peut demander séparément des concessions dans plusieurs communes voisines et les relier entre elles, sans que l'ensemble de la distribution doive faire l'objet d'une concession de l'État. Inversement, il peut demander à l'État une concession s'étendant sur deux ou plusieurs communes. Mais, dans tous les cas, la concession ne peut être donnée qu'après une enquête ouverte dans les conditions prévues par le décret.

La concession confère au concessionnaire le droit d'exécuter sur les voies publiques, quelle qu'en soit la nature, tous travaux nécessaires à l'établissement et à l'entretien des ouvrages, en se conformant aux conditions du cahier des charges, des règlements de voirie et des règlements d'administration publique édictés pour l'application de la loi.

L'entrepreneur qui bénéficie d'une concession municipale n'a donc pas à se pourvoir d'une permission de voirie portant autorisation d'établir des ouvrages de distribution d'énergie pour occuper le sol des routes nationales ou départementales comprises dans le périmètre de la concession; de même l'entrepreneur qui bénéficie d'une concession de l'État n'a pas à demander une permission spéciale pour occuper les voies vicinales ou urbaines. L'occupation n'est subordonnée qu'à l'approbation des travaux par le service du contrôle, après conférence avec les services intéressés, et aux autorisations particulières requises par les règlements de voirie et par les règlements d'administration publique édictés pour l'application de la loi du 15 juin 1906.

Le cahier des charges des concessions municipales, comme celui des concessions de l'État, doit être conforme à l'un des types approuvés par décret délibéré en Conseil d'État. Toute dérogation, si minime qu'elle soit, nécessite une approbation spéciale par decret (article 7 de la loi).

Le chapitre IV traite des concessions avec déclaration d'utilité publique.

Les concessions avec déclaration d'utilité publique sont soumises aux mêmes formalités que les concessions simples. Toutefois elles ne deviennent définitives qu'après avoir été approuvées par le décret qui en prononce l'utilité publique.

Le chapitre V détermine le mode d'instruction et d'approbation des projets définitifs et la forme des enquêtes pour l'établissement des servitudes prévues par l'article 12 de la loi.

Aucune installation de distribution ne peut être exécutée sur la voie publique sans que le projet définitif en ait été préalablement soumis à l'examen des services intéressés sous réserve des dérogations prévues pour les lignes secondaires et les branchements. Les projets sont toujours adressés à l'Ingénieur en chef du contrôle, quel que soit le régime auquel est soumise la distribution.

Conformément à ce qui a été dit plus haut au sujet des avant-projets à fournir en vue de la délivrance des permissions de voirie, les projets définitifs doivent tenir compte d'un ensemble embrassant sinon la totalité de la distribution, du moins une zone assez étendue pour que l'étude produite porte non seulement sur les lignes ou sections de lignes dont l'approbation est demandée et qui ne doivent pas être envisagées isolément, mais encore sur les ouvrages auxquels elles sont reliées.

L'Ingénieur en chef ouvre les conférences prévues à l'article 14 de la loi du 15 juin 1906 et, s'il y a accord entre les services intéressés et le demandeur, statue sous sa propre responsabilité et autorise l'exécution des projets, sauf dans les cas visés plus loin où l'approbation des projets est réservée à d'autres autorités par les lois et règlements.

Les projets d'engagements à prendre par les demandeurs, en vue du payement des travaux qui sont reconnus nécessaires par l'Administration des Télégraphes pour assurer la sécurité de ses lignes et de ses postes, sont adressés par l'Ingénieur en chef des Télégraphes, en même temps que son avis sur les projets, à l'Ingénieur en chef du contrôle qui est chargé de les faire signer par les demandeurs avant toute autorisation d'exécution des travaux par application de l'article 31 du décret du 3 avril 1908 et de les renvoyer ensuite à l'Ingénieur en chef des Télégraphes.

S'il n'y a pas accord entre les services intéressés, l'Ingénieur en chef adresse directement le dossier au Ministre des Travaux publics. Il convient de remarquer que le refus du demandeur de prendre les engagements auxquels les services intéressés subordonnent l'exécution des travaux oblige l'Ingénieur en chef à saisir le Ministre, tandis qu'au moment de la délivrance d'une permission de voirie ou de l'octroi d'une concession le Maire ou le Préfet peut opposer au demandeur une fin de non-recevoir sans que nécessairement l'affaire soit soumise au Ministre. Cette différence de procédure se justifie par le fait que le demandeur n'a aucun droit à l'occupation du domaine public, tandis que l'entrepreneur à qui l'autorisation d'occupation a été accordée doit être mis à même d'user de cette autorisation dans la mesure où l'intérêt de la voirie le permet. Si l'usage du domaine public lui est interdit par les exigences des services intéressés, le différend doit être tranché par l'autorité supérieure.

L'approbation des projets ne doit être exigée que pour les grandes artères et pour les ouvrages principaux des distributions. Les travaux visés par l'article 35 du décret peuvent être exécutés sans autorisation préalable, à charge par l'entrepreneur de prévenir 8 jours au moins à l'avance les services intéressés et sous la condition expresse qu'aucune opposition ne soit formulée. Cette tolérance permettra de ne pas retarder l'établissement des ouvrages secondaires nécessaires pour assurer le développement de l'exploitation. Une distribution est, en effet, un organisme en voie constante de transformation; il importe que des formalités administratives ne retardent pas sa croissance normale quand la sécurité n'est pas en jeu.

Lorsque, en raison de la nature des ouvrages à exécuter, notamment pour les canalisations faisant partie des installations de chemins de fer et tramways, les lois et règlements exigent l'approbation des projets d'ensemble par l'autorité concédante et l'approbation des projets de détail par le Préfet, l'Ingénieur en chef ne peut en autoriser l'exécution sous sa propre responsabilité. Il adresse, en ce cas, le dossier des conférences à l'autorité compétente.

S'il y a désaccord entre les services intéressés ou si, en cas de chemin de fer ou tramway, concédé par un Conseil

général ou un Conseil municipal, la décision de l'autorité concédante, en ce qui concerne les installations électriques, est contraire à l'avis desdits services, le dossier est transmis au Ministre des Travaux publics, qui statue dans les conditions prévues par l'article 14 de la loi.

La déclaration d'utilité publique investit le concessionnaire de tous les droits que les lois et règlements donnent à l'Administration en matière de travaux publics et lui confère en outre le droit d'établir sur des propriétés privées, après enquête, des servitudes d'appui, de passage et d'ébranchage. La forme des enquêtes pour l'établissement de ces servitudes est précisée par le décret du 3 avril 1908; il convient de remarquer que, si le concessionnaire modifie le projet en vue de tenir compte des observations faites à l'enquête, et si les modifications frappent de servitudes des propriétés nouvelles ou aggravent des servitudes antérieurement prévues, l'instruction ne doit pas être recommencée en entier; il suffit qu'une notification directe des modifications projetées soit donnée aux intéressés, qui ont un délai de 8 jours pour présenter leurs observations.

Le chapitre VI traite des conditions générales et d'intérêt public auxquelles doivent satisfaire les ouvrages de distribution. En principe, toutes les dispositions des arrêtés techniques prévus par l'article 19 de la loi doivent recevoir leur application, à quelque date que remonte l'établissement des ouvrages; la nécessité d'assurer la sécurité prime en effet toutes les questions d'intérêt particulier. Mais comme la science électrique progresse tous les jours et que les arrêtés techniques, revisables annuellement, peuvent modifier fréquemment les dispositions à adopter pour la protection des personnes et des services publics, il convient de n'exiger la transformation des ouvrages préexistants que si la nécessité en est absolument démontrée. En cas de contestation, les concessionnaires ou permissionnaires peuvent s'adresser au Ministre des Travaux publics, qui statue après avis du Comité d'Électricité.

Parmi les mesures de sécurité qui peuvent être imposées aux entrepreneurs de distribution figure l'établissement des lignes télégraphiques ou téléphoniques ou des lignes de signaux reconnues nécessaires par le service du contrôle. Ces lignes, lorsqu'elles n'empruntent pas les poteaux de l'État, sont construites et entretenues par les entrepreneurs de distribution, mais en aucun cas elles ne doivent porter atteinte au monopole que l'État s'est réservé pour les communications télégraphiques ou téléphoniques. Il n'est permis d'en faire usage que dans le but exclusif d'assurer la sécurité de l'exploitation.

Il appartient à l'Administration des Postes et des Télégraphes de prendre toutes les mesures utiles pour que ces lignes ne soient pas détournées de leur destination. A cet effet le dossier devra indiquer l'objet de la ligne, sa constitution technique et les moyens proposés pour permettre à l'Administration des Postes et des Télégraphes d'exercer son contrôle.

La surface disponible du domaine public est parfois si restreinte qu'il peut être nécessaire d'établir des lignes de plusieurs entreprises de distribution sur le même poteau; cette éventualité est prévue par l'article 40 du décret. En cas de désaccord sur le montant des indemnités dues par le nouvel occupant, il est statué par les tribunaux compétents.

Le chapitre VII traite de l'exécution et de la réception des travaux. Si les essais sont satisfaisants, la réception des travaux est prononcée, quelle que soit la nature de la distribution, par l'Ingénieur en chef du contrôle des distribution d'énergie électrique, seul compétent pour convoquer les services intéressés.

La mise en service des ouvrages reçus ne peut avoir lieu qu'après délivrance d'une autorisation de circulation de courant. Pour hâter l'expédition des affaires, il est désirable que cette autorisation soit délivrée directement par l'Ingénieur en chef délégué à cet effet par le Préfet, par application de l'article 42 du décret.

Le chapitre VIII traite de la police et de la sécurité de l'exploitation. L'Ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique est désigné pour recevoir les réquisitions des services intéressés visées par l'article 17 de la loi; il doit prendre, avec le concours des agents placés sous son autorité ou sous sa surveillance, les mesures nécessaires pour qu'il soit déféré immédiatement à ces réquisitions. En cas de contestation, l'Ingénieur en chef provoque une conférence entre les services intéressés et, s'il y a désaccord, saisit le Ministre des Travaux publics, le tout sans préjudice des mesures d'urgence qu'il lui appartient de prendre dans les cas visés par l'article 48 du décret.

Le chapitre IX précise les relations des entreprises de distribution avec la voirie, les concessions de travaux publics et les distributions voisines.

Il n'appelle pas d'observations spéciales.

Le chapitre X contient diverses dispositions ayant pour objet de faciliter l'application de la loi.

L'article 59 prévoit notamment une simplification des conférences entre les services intéressés. Les conférences n'ont lieu qu'à un seul degré en vue de diminuer les délais de l'instruction. Les chefs de service peuvent, s'ils le jugent utile, demander l'avis des ingénieurs placés sous leurs ordres, les déléguer ou se faire représenter par eux; mais, en cas de désaccord, ils doivent provoquer, entre les services intéressés, une conférence effective où pourront être résolues, séance tenante, toutes difficultés relatives à l'établissement des distributions, de manière que les pertes de temps soient évitées et les formalités abrégées dans la mesure où le permettent les prescriptions de la loi.

LOUIS BARTHOU.

Paris, le 3 août 1908.

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes relative à la traversée des lignes de chemins de fer par des canalisations d'énergie électrique et à l'emprunt des voies ferrées par ces canalisations (1).

LE MINISTRE

à Monsieur le Préfet du département d

Une instruction ministérielle en date du 1er février 1907 (2) a réglementé les conditions d'établissement, à la traversée des chemins de fer, des conducteurs d'énergie électrique autres que ceux destinés au service des chemins de fer, tramways et voies navigables.

A cette instruction étaient joints :

Un modèle d'arrêté préfectoral autorisant la traversée des voies ferrées (*annexe n° 1*);

Un modèle de l'état de renseignements à fournir par le pétitionnaire (*annexe n° 2*).

Depuis l'époque à laquelle l'instruction du 1er février 1907 a été mise en vigueur, est intervenu l'arrêté ministériel du 21 mars 1908, déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les canalisations d'énergie électrique. Ces conditions se trouvant en discordance avec certaines prescriptions de l'instruction précitée, la présente circulaire

(1) Cette circulaire est accompagnée d'un modèle d'arrêté préfectoral et d'un modèle d'état de renseignements. Les pétitionnaires pourront se procurer ce dernier document auprès des Compagnies de chemins de fer intéressées.
(N. D. L. R.)

(2) Cette instruction ministérielle a été reproduite dans le *Bulletin des Usines électriques* de mars 1907, p. 82.

a pour objet d'abroger cette instruction et de rendre réglementaires deux nouveaux modèles ci-joints : l'un, pour les arrêtés préfectoraux relatifs aux traversées de voies ferrées; l'autre, pour les états de renseignements à fournir par les pétitionnaires.

Ces nouveaux modèles devront être mis en vigueur dès la réception de la présente circulaire. Ils ne donnent lieu qu'à peu d'observations.

Je rappellerai que la traversée des voies ferrées par les canalisations électriques est réglementée :

1° Au point de vue administratif, par l'article 54 du décret du 3 avril 1908;

2° Au point de vue technique, par l'arrêté ministériel du 21 mars 1908.

L'article 54 du décret du 3 avril 1908 est relatif au cas où une distribution d'énergie traverse les ouvrages d'une concession préexistante (chemin de fer, etc.). Il stipule, entre autres prescriptions, qu'en cas d'accord entre les services intéressés, les mesures à prendre sont fixées par arrêté préfectoral; en cas de désaccord, elles le sont par décision du Ministre, après avis du Comité d'Électricité.

L'arrêté ministériel du 21 mars 1908 réglemente, au point de vue technique, et d'une façon détaillée, tous les conducteurs d'énergie électrique autres que ceux entièrement établis sur des terrains privés. La section II du chapitre II de cet arrêté est spécialement consacrée à la traversée des lignes de chemin de fer.

Vous remarquerez que le nouveau modèle d'arrêté ci-joint vise la pétition que doit présenter l'intéressé, à l'effet d'obtenir l'autorisation de traverser la voie ferrée, ainsi que l'état de renseignements qui doit être joint à cette pétition.

La pétition dont il s'agit peut être présentée dans des conditions différentes suivant la nature et l'importance de la distribution d'énergie dont un élément doit traverser la voie ferrée.

Cette distribution d'énergie peut être déjà autorisée par des actes antérieurs (concessions ou permissions de voirie données conformément aux titres III, IV et V de la loi du 15 juin 1906, autorisations données par application du titre II).

Elle peut faire l'objet d'une demande d'autorisation présentée en même temps que la pétition concernant la traversée du chemin de fer.

Elle peut, enfin, appartenir à la catégorie des distributions qui n'empruntent aucune voie publique proprement dite, ne s'approchent à moins de 10^{m} d'aucune ligne télégraphique ou téléphonique, et peuvent, par suite, être établies sans autorisation ni déclaration (article 2 de la loi du 15 juin 1906).

Dans le premier cas, le Service du Contrôle du chemin de fer (Voie et Bâtiments) aura généralement été appelé à une conférence dans laquelle on aura arrêté l'emplacement exact de la traversée projetée. Ce Service n'a plus alors qu'à présenter, sous forme d'un projet d'arrêté conforme au modèle ci-joint, ses propositions sur les conditions d'établissement de la traversée.

Mais, même dans le premier des trois cas mentionnés ci-dessus, la conférence dont il s'agit peut n'avoir pas eu lieu, par exemple si la traversée de la voie ferrée n'était pas prévue par les autorisations primitives de la distribution. Cette conférence n'a d'ailleurs pas eu lieu dans les deux derniers des trois cas mentionnés ci-dessus.

Le Service du Contrôle des chemins de fer doit alors, avant de fournir ses propositions sur les conditions d'établissement de la traversée, examiner si l'emplacement prévu pour cette traversée est acceptable, et, le cas échéant, proposer un autre emplacement dans une conférence à ouvrir avec le Service du Contrôle des distributions d'énergie. En cas de désaccord, il en est référé au Ministre. Une fois l'emplacement de la traversée déterminé, le Service du Contrôle des chemins de fer présente le projet d'arrêté préfectoral relatif à cette traversée.

Les explications ci-dessus montrent qu'il doit y avoir concordance entre les prescriptions applicables à la traversée de la voie ferrée et celles qui s'appliquent à l'ensemble de la distribution dont fait partie cette traversée. Le projet d'arrêté établi par le Service du contrôle des chemins de fer devra donc, avant de vous être transmis, être soumis au Service du Contrôle des distributions d'énergie électrique du département. Il devra également être soumis au Service des Télégraphes si la traversée projetée intéresse des lignes télégraphiques ou téléphoniques.

En cas de désaccord entre les divers services intéressés sur le texte de l'arrêté à intervenir, vous m'en référeriez conformément à l'article 54 du décret du 3 avril 1908.

Le nouveau modèle d'arrêté contient très peu de prescriptions techniques; son article premier se réfère, sur ce point, à l'arrêté ministériel du 21 mars 1908 dont un extrait (section II du chapitre II) sera joint à chaque arrêté autorisant une traversée. Toutefois, si des prescriptions spéciales étaient reconnues nécessaires dans certains cas particuliers, elles devront être ajoutées aux arrêtés relatifs à ces cas. Je citerai, à titre d'exemple, la clause suivante, qui a été employée dans un certain nombre d'espèces récentes :

« Les lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, existant le long du chemin de fer, seront protégées, à leur point de croisement avec les conducteurs d'énergie, par un coffrage grillé en forme d'U renversé, à mailles de 0^{m},10 de côté, monté sur un bâti spécial en charpente.

» Ce coffrage, soigneusement mis à la terre, aura une longueur égale, en dehors des conducteurs d'énergie, à la distance verticale séparant le fil le plus bas du conducteur d'énergie le plus élevé. »

L'article 5 du projet d'arrêté a pour objet de fixer l'indemnité due à l'Administration qui exploite le chemin de fer, à raison des sujétions qui résultent, pour cette dernière, de l'existence de la traversée. En fait, et à la suite des pourparlers qui ont eu lieu avec les Compagnies de chemins de fer d'intérêt général, ces Compagnies ont accepté que l'indemnité dont il s'agit soit fixée à 10^{fr} par traversée (à moins de circonstances exceptionnelles). Ce chiffre parait acceptable pour tous les intéressés.

Le modèle d'état de renseignements joint à la présente circulaire est suffisamment clair pour n'exiger aucune explication.

Je terminerai en vous faisant observer que les règles indiquées ci-dessus s'appliquent seulement au cas où les canalisations électriques traversent les voies ferrées et non au cas où elles empruntent ces voies ferrées sur une certaine longueur. Dans ce dernier cas, on doit appliquer, non l'article 54 du décret du 3 avril 1908, mais l'article 8 du même décret, qui est ainsi libellé :

« ART. 8. — Dans tous les cas où la distribution projetée doit emprunter, autrement que par simple traversée, des voies dépendant de la grande voirie et non affectées à la circulation publique, le Préfet, avant de statuer, transmet le dossier au Ministre des Travaux publics, qui, après examen, lui renvoie ce dossier avec ses instructions. »

Les mots « avant de statuer » font allusion, dans le texte ci-dessus, non à la décision qui doit être prise pour l'emprunt du chemin de fer, mais à la décision que vous devez prendre pour autoriser (ou ne pas autoriser) l'ensemble de la distribution projetée. Il ne faut pas oublier, en effet, que, si l'obligation de traverser une voie ferrée ne saurait empêcher l'exécution d'une distribution d'énergie, puisque la traversée d'une voie ferrée est toujours possible moyennant certaines précautions, tout au contraire, l'emprunt d'une emprise de voie ferrée, par une distribution d'énergie, sur une certaine longueur, ne pourra être autorisé qu'exception-

nellement. En principe, les voies ferrées ont, en effet, été établies pour le service exclusif des transports sur rails. Et, en fait, l'établissement de conducteurs électriques le long de la voie présente généralement de sérieux inconvénients, soit à raison du peu d'espace disponible, soit à raison des dangers que peuvent présenter ces conducteurs pour les trains en marche, pour le personnel du chemin de fer, pour les fils de signaux, pour les conducteurs d'énergie dont l'électrification des chemins de fer entraînera l'établissement, etc.

Dès lors, quand un projet de distribution d'énergie prévoit l'emprunt longitudinal d'un chemin de fer, vous devez, avant de prendre une mesure définitive à son sujet, m'en référer et attendre qu'une décision ministérielle vous ait fait connaître si cet emprunt est possible. Dans le cas de l'affirmative, il sera statué, soit par la décision dont il s'agit, soit par une décision ultérieure rendue après production du projet définitif des canalisations à établir, sur les conditions auxquelles l'occupation du domaine public du chemin de fer peut être autorisée.

LOUIS BARTHOU.

Paris, le 5 septembre 1908.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Arrêt de la Cour de cassation du 28 mars 1908. — La Cour, ouï M. le conseiller Dupont en son Rapport, et M. l'avocat général Melcot en ses conclusions;

Sur le premier moyen :

Attendu qu'aux termes de l'article 1er du décret du 10 août 1899 les entrepreneurs de marchés de travaux publics passés au nom d'une commune peuvent être, par le cahier des charges, contraints de payer aux ouvriers un salaire normal égal au taux couramment appliqué dans la ville ou la région où le travail est exécuté;

Attendu que L..., ouvrier travaillant pour le compte de B..., adjudicataire de travaux publics entrepris pour la Ville de Paris, soutenait qu'en vertu du cahier des charges réglementant ladite adjudication il avait droit, pour le travail de nuit, à un salaire calculé à raison de 1fr,20 de l'heure.

Attendu que le jugement attaqué, sans rechercher quel était le salaire fixé par le cahier des charges, déclare que les parties avaient, d'un commun accord, réglé le salaire de L.... même pour la nuit, à raison de 0fr,60 l'heure; qu'il constate que cette convention a reçu son exécution et que, pour les deux premières semaines d'avril 1907, L... avait accepté sans protestation un salaire calculé sur ce taux;

Attendu qu'aucun texte de loi ne prohibe sous peine de nullité une convention de cette nature et que le décret du 10 août 1899 se borne à organiser, dans son article 4, un système destiné à indemniser, s'il y a lieu, l'ouvrier qui se trouverait lésé;

D'où il suit qu'en validant ladite convention et en la prenant pour base de l'évaluation du salaire dû à L..., le jugement attaqué n'a violé aucune des dispositions légales invoquées par le pourvoi ;

Sur le second moyen :

Attendu que par le second moyen le pourvoi reproche au jugement d'avoir, en n'accordant à L..., pour les trois nuits du 16, 17 et 18 avril 1907, que de simples frais de déplacement, méconnu un usage qui lui aurait donné droit à un salaire de 10 heures par nuit;

Mais attendu qu'en supposant que le jugement ait commis l'erreur indiquée par le pourvoi, cette erreur, portant sur un usage, ne saurait donner ouverture à cassation;

Par ces motifs, rejette le pourvoi.

LA CRISE DE L'ASSURANCE-ACCIDENTS.

Les *Études professionnelles* ont consacré, dans leur dernier numéro, une très instructive, mais peu rassurante étude à la crise de plus en plus aiguë que traverse, en ce moment, l'assurance-accidents.

Il ressort de ce travail que par suite de la formidable progression des frais de toute nature, et particulièrement des frais médicaux et pharmaceutiques, qui pèsent sur elles, les sociétés et compagnies d'assurances éprouvent des pertes si considérables que celles-ci deviennent une véritable menace pour la vie même de ces institutions.

C'est ainsi que, pour l'exercice 1907, ces pertes se sont élevées : pour la Prévoyance, à 309494fr,84; pour l'Urbaine et la Seine, à 593378fr,75; pour l'Abeille, à 621258fr,53; pour la Zurich, à 667151fr,71; pour la Société suisse, à 815677fr,90, et pour la Préservatrice à 1025545fr,43.

Les mutuelles sont encore plus durement éprouvées. Le Syndicat des Entrepreneurs et Industriels accuse une perte de 2808046fr sur l'exercice 1907, à laquelle vient s'ajouter une perte de 1745816fr,59 sur les exercices clos, soit une perte totale de 4553862fr.

Pour la caisse syndicale des Forges de France, la perte, sur l'exercice 1907 et les exercices clos, s'élève à 3604000fr, nécessitant un rappel de 70 pour 100 des cotisations.

Un rappel de 60 pour 100 vient d'être également fait par le Syndicat de garantie des Industriels et des Commerçants français, rue Drouot; et une autre mutualité, la Participation, a dû faire un rappel jusqu'au maximum de garantie.

On sait, d'autre part, que le Syndicat général de garantie du Bâtiment, 9, avenue Victoria, dont les frais généraux sont cependant les plus réduits de toutes les sociétés d'assurances (puisqu'ils ne s'élèvent qu'à 6 pour 100) est en pertes constantes depuis 1905. Ces pertes, pour l'exercice 1907, se sont élevées à 315490fr, ce qui a nécessité, pour 1908, une nouvelle majoration de taux de la cotisation, laquelle a dû être portée à 4fr,30 pour 100 alors qu'elle n'était que de 3 pour 100 en 1905.

Il est, d'ailleurs, malheureusement à prévoir que, tant qu'il n'aura pas été remédié, par d'énergiques mesures, aux multiples abus qu'a fait naître l'application de la loi sur les accidents du travail, les sociétés et compagnies d'assurances ne pourront vivre qu'à la condition de majorer, d'année en année, le taux de leur cotisation.

C'est une nécessité douloureuse, mais qu'il faut, dès maintenant, résolument envisager!

Convocation d'Assemblées générales. — *Compagnie lyonnaise d'Électricité.* Assemblée ordinaire le 15 octobre, 2h30m, Palais de la Bourse, à Lyon (Rhône). Ordre du jour : Modification aux statuts.

Société dijonnaise d'Électricité. Assemblée ordinaire le 20 octobre, 2h30m, 14, rue Vauban, à Dijon (Côte-d'Or).

Nouvelles Sociétés. — Société gazière et électrique de Villeneuve-sur-Lot et extensions. Siège social : 43, rue Nicolo, à Paris. Durée : 50 ans. Capital : 200000fr.

Société en nom collectif Costier et Cie : ampoules électriques. Siège social : 14, passage Saint-Pierre, à Paris. Durée : 10 ans. Capital : 15000fr.

Société en commandite Hamille et Cie : fabrication d'accumulateurs *Invicta*. Siège social : 5, rue Devès, à Neuilly-sur-Seine (Seine). Durée : 20 ans. Capital : 15000^fr.

Société anonyme dite : L'Énergie électrique de l'Aube. Siège social : 101, rue Emile-Zola, à Troyes (Aube). Durée : 99 ans. Capital : 270000^fr.

Société d'Électricité de la Barousse. Siège social, à Toulouse (Haute-Garonne). Durée : 40 ans. Capital : 80000^fr.

Société d'Énergie électrique de Grenoble et Voiron. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 22 mai 1908 nous extrayons ce qui suit :

L'ensemble de nos recettes en 1907 est en augmentation de 20952^fr,55 sur celui de l'exercice précédent.

La recette spéciale du courant livré aux tramways continue sa marche ascendante et a atteint cette année 54800^fr,55, en augmentation de 1977^fr,95.

Les recettes générales pour ventes d'énergie (force et lumière) se présentent à 153733^fr,85, en augmentation de 13756^fr,50.

Le montant total de nos dépenses d'exploitation atteint 144521^fr,10, en légère diminution de 1265^fr,35 sur celles de l'exercice précédent.

Le montant total de nos frais d'exploitation force et lumière s'élève à 111733^fr,30, en augmentation de 3663^fr,05 sur le chiffre correspondant de l'année dernière.

Mais il faut tenir compte de ce que dans le montant total de nos frais d'exploitation force et lumière sont compris, pour 7762^fr,95, les frais d'exploitation du réseau Thorrand, et de ce que nous avons fait supporter au compte d'exploitation Tramways une fraction des frais généraux s'élevant à 8746^fr,85.

Nos frais d'exploitation générale se sont donc en réalité augmentés par rapport à l'an passé de

$$3663^{fr},05 + 8746^{fr},85 - 7762^{fr},95 = 4646^{fr},95.$$

Les chapitres en augmentation sont :

Les frais généraux Grenoble et Voiron pour 3200^fr ; les traitements pour 800^fr ; les assurances pour 900^fr ; les impôts pour 4000^fr et la main-d'œuvre pour 1100^fr.

Les chapitres en diminution sont :

Les frais généraux d'usine pour 4200^fr et les frais de marche à la vapeur à Engins pour 1900^fr.

Les dépenses d'exploitation des tramways s'élèvent au chiffre de 31711^fr,50, en diminution de 6004^fr,70 sur celles de l'exercice précédent ; mais cette diminution atteint 14751^fr,55 s'il est tenu compte des 8746^fr,85 de frais généraux que nous avons fait supporter cette année à l'exploitation Tramways.

L'exploitation à la vapeur entre pour 15040^fr,35 seulement dans le total des frais d'exploitation du service Tramways, en diminution de 15479^fr,15, soit de 50 pour 100 sur l'année 1906, où la sécheresse avait été exceptionnelle.

Notre service de distribution d'eau a donné une recette de 5218^fr,10 contre 1086^fr,30 de dépenses.

A l'actif, les comptes de premier établissement ont été débités de 314824^fr,25, dont 26008^fr pour travaux neufs électriques consistant presque exclusivement en lignes nouvelles, 2454^fr,15 pour mise au point de notre réseau de distribution d'eau, et enfin 286362^fr,10 pour acquisitions nouvelles. Ce dernier chiffre se décompose ainsi :

	fr
Valeur d'achat de l'usine des Côtes	203018,15
Frais de cette acquisition	17000 »
Avance sans intérêt versée à l'hoirie Thorrand à titre de cautionnement de notre exploitation, à compenser ultérieurement avec le prix d'acquisition	65843,95
Frais d'acquisition du laboratoire de Grenoble	500 »
Total égal	286362,10

Les frais de premier établissement ont été, par contre, réduits du montant des amortissements statutaires		43188,87
Si bien qu'ils ont passé de	314824,25 à	271635,38

Les comptes de Caisses et Banques, ainsi que les comptes Débiteurs divers, sont en augmentation de 23581^fr,38, et les approvisionnements et l'outillage en augmentation de 8215^fr,95.

Au passif, les comptes de Capital ne présentent aucun changement.

La dette Obligations est en diminution de 3000^fr par suite du remboursement de six obligations. Les comptes Créanciers augmentent de 293481^fr,85, dont 82179^fr,30 d'augmentation de dette en comptes courants et 208093^fr,60 pour solde dû à MM. Carrière et Cie sur le prix d'acquisition de l'usine des Côtes, solde payable en 19 annuités égales.

Le compte de Profits et Pertes se présente comme suit :

		fr
Bénéfice d'exploitation Force et Lumière		44303,05
» Tramways		23089,05
» Eau		4131,80
Produit du Portefeuille		8000 »
Produits divers		440,45
		79964,35
A déduire :	fr	
Frais d'administration	6607,03	
Intérêts divers	12405,59	
Amortissements statutaires	43188,87	
	62201,49	62201,49
Reste : bénéfice		17762,86

Nous vous proposons de distribuer aux actions de priorité le dividende de 5 pour 100 qui leur est attribué.

La répartition proposée serait la suivante :

Réserve statutaire	888,12
Dividende 5 pour 100 aux actions privilégiées	13475 »
Dotation du compte Dividendes réservés	3399,74
Total égal à la somme à répartir	17762,86

Si vous adoptez cette répartition, le dividende proposé serait mis en distribution à partir du 1er juin. Le compte Dividendes réservés présenterait un solde de 26581^fr,41.

C'est seulement depuis la clôture de l'exercice que nous avons abouti, après de très longues négociations, à une entente définitive avec l'hoirie Thorrand pour l'acquisition de leur exploitation au prix de 110000^fr pour les immeubles et de 35000^fr pour la clientèle et les droits mobiliers.

Compagnie électrique Edison de Saint-Étienne. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 11 avril 1908 nous extrayons ce qui suit :

Les produits nets ont atteint seulement 221352^fr,10 contre 224492^fr,45 l'an dernier ; la différence n'est pas très sensible et tient exclusivement à des causes occasionnelles n'influant en rien sur le fond même de notre affaire. Au compte d'exploitation, les dépenses de combustible ont passé de 84269^fr,35 à 100336^fr,30 ; il y a là une différence de 16000^fr qui ne provient pas d'une consommation supérieure, mais à peu près exclusivement de la hausse des charbons.

Quant aux recettes, elles ont compensé la plus grande partie du surcroît des charges dû au combustible; elles sont montées de 476 975fr,25 à 490 843fr,05.

Voici la répartition que nous vous proposons de notre bénéfice :

		fr
Bénéfice		221 352,10
Amortissement de 3 pour 100 sur immobilisation et comptes à liquider : 1 991 888fr,56 — 1 383 270fr,65 = 608 617fr,91 × 3 °/₀..		18 258,55
Bénéfices nets		203 093,55
A affecter comme suit :	fr	
Réserve légale 5 pour 100	10 154,65	
Aux actionnaires 6 pour 100 ou 30fr bruts par action sous déduction d'un acompte de 10fr payé le 1er janvier 1908 et de l'impôt..	60 000 »	70 154,55
		132 938,90
10 pour 100 au Conseil d'administration	13 293,90	
Participation dans les bénéfices	3 174,20	
Dividende supplémentaire de 3 p. 100 aux actions	30 000 »	
Amortissement supplémentaire sur immobilisation et comptes à liquider	86 470,80	
	132 938,90	

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Actif.

Valeurs immobilisées	2 139 587,46
Valeurs réalisables	770 045,25
	2 909 632,71

Passif.

Capital	1 000 000 »
Réserves et amortissements	1 579 212,51
Coupons à payer (arriéré)	7 229,45
Créanciers (exigible)	101 838,65
Solde du compte de Profits et Pertes (bénéfice sur l'exercice 1907)	221 352,10
	2 909 632,71

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Dépenses.

Exploitation	291 939,60
Bénéfice sur ce compte	239 610,40
	531 550 »
Frais divers	111 627,90
Prélèvements divers	2 682,20
Bénéfice brut	221 352,10
	335 662,20

Recettes.

Exploitation	531 550 »
	531 550 »
Report du bénéfice du compte d'Exploitation	239 610,40
Produits divers	96 051,80
	335 662,20

Avis commerciaux. — DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR (¹). — N° 734. *Chine.* — Mouvement commercial et maritime de Tchéfou pendant l'année 1907.

N° 735. *Espagne.* — L'agriculture, l'industrie et le commerce extérieur de l'Espagne.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 28 septembre au 9 octobre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE.
	£ sh d	£ sh d
28 septembre	60 » »	62 10 »
29 »	59 12 »	62 10 »
30 »	59 15 »	62 10 »
1er octobre	60 » »	62 10 »
2 »	59 15 »	62 10 »
5 »	59 10 »	62 5 »
6 »	59 10 »	62 5 »
7 »	59 15 »	62 5 »
8 »	59 12 »	62 5 »
9 »	59 10 »	62 » »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Télégraphie sans fil. — D'après *Elektrotechnische Zeitschrift*, M. Poulsen a expérimenté entre Lyngby et Eslyerg avec un appareil similaire de l'appareil bien connu de Wheatstone utilisé ordinairement en télégraphie. La vitesse de transmission obtenue a été de 100 mots par minute; mais l'inventeur espère d'ici peu arriver à une vitesse de 150 mots par minute. Des expériences ont été faites aussi entre Lyngby et Newcastle.

— Le même journal annonce qu'une station de télégraphie sans fil a été établie à Nieuport, en Belgique.

— D'après *Electrician*, l'Amirauté anglaise aurait acheté près d'Ipswich Council un terrain pour y installer une station importante de télégraphie sans fils afin d'être en relation avec les navires de la mer du Nord. L'énergie électrique sera fournie par une société d'électricité dont les bâtiments sont voisins du terrain acquis par l'Amirauté.

— M. Marconi a annoncé que la double station de télégraphie sans fil à travers l'Atlantique sera complètement installée pour le service public vers la fin de l'année et qu'il se propose de prêter son concours pour l'établissement d'une station de télégraphie sans fil à travers le Canada.

(¹) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

Tome X. **N° 116. — 30 octobre 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Au point de vue électrique les deux faits les plus importants du présent mois sont, d'une part, la réunion de la **Conférence internationale des Unités et Étalons électriques,** d'autre part, la réunion de la **Commission électrotechnique internationale,** Conférence et Commission qui ont toutes deux tenu leurs séances à Londres, la première à partir du 12 octobre, la seconde à partir du 19 octobre.

Pour ceux de nos lecteurs qui ne se souviendraient pas de l'origine de ces réunions, rappelons celle-ci brièvement.

Les organisateurs du Congrès international d'Électricité tenu à Saint-Louis en 1904 eussent voulu que, comme les Congrès internationaux antérieurs de Paris (1881, 1889 et 1900), de Chicago (1893) et de Genève (1896), le Congrès de Saint-Louis prît quelques nouvelles résolutions concernant les définitions des Unités et des Étalons et, en outre, imposât une réglementation précise de la construction et des essais de machines et appareils électriques. La Chambre des Délégués officiels des 11 États représentés au Congrès fut saisie de ces propositions et nomma deux Commissions chargées de faire un rapport, l'un sur la question des Unités et Étalons, l'autre sur la question de l'Uniformisation de la construction et essais. L'une et l'autre Commission estimèrent que, si un Congrès est pour les personnes qui y assistent une excellente occasion d'échanger leurs idées et de faire connaissance, il ne saurait cependant servir de prétexte pour imposer aux électriciens du monde entier des résolutions prises par quelques-uns d'entre eux. Aussi, exprimant cette impression sous une forme plus diplomatique, les deux Commissions furent-elles d'avis que toutes les questions concernant les Unités fussent d'abord soumises à une Conférence internationale formée de Délégués gouvernementaux et les questions concernant l'Unification à une Commission électrotechnique internationale formée par les représentants des sociétés techniques du monde entier s'occupant plus ou moins directement des applications industrielles de l'Électricité. La Chambre des Délégués ratifia cet avis dans sa séance plénière, et, conformément à cette décision, Conférence des Unités et Commission électrotechnique furent peu à peu constituées [1].

Nous reviendrons sur les travaux de la Commission électrotechnique dans une prochaine Chronique; pour aujourd'hui bornons-nous à indiquer sommairement ceux de la Conférence des Unités.

Ainsi qu'il était dit dans quelques-uns des Mémoires présentés au Congrès de Saint-Louis, il existe des divergences importantes dans les textes ou

[1] On trouvera une traduction des rapports des deux Commissions dans *La Revue électrique* du 30 octobre 1904, t. XI, p. 254.

l'interprétation des lois relatives aux unités électriques votées dans les divers pays qui ont introduit dans leur législature les résolutions prises par le Congrès international de Chicago de 1893. Ce sont ces divergences qu'il importait tout d'abord de faire disparaître, et pour cela il était nécessaire de discuter avec soin et au besoin de reviser les définitions des Unités internationales adoptées par la Chambre des Délégués du Congrès de Chicago. A la suite d'une réunion préparatoire qui eut lieu à Charlottenbourg en 1905, il fut décidé que ce serait là le but de la Conférence qui s'est réunie à Londres et à laquelle 18 gouvernements étaient représentés par 32 délégués ([1]).

Dès la séance d'ouverture du lundi 12 octobre, présidée par Lord Churchill, président du Board of Trade, et immédiatement après la nomination du Bureau et d'un Comité technique ([2]), la Conférence, présidée dès lors par Lord Rayleigh, commença la discussion des résolutions qui lui étaient soumises. La première résolution, définissant l'ohm, l'ampère et le volt dans le système C. G. S., fut adoptée à l'unanimité. Il en fut de même de la seconde, « recommandant pour les usages du commerce et de l'industrie l'ohm, l'ampère et le volt internationaux définis par les spécifications suivantes... ».

Mais les divergences commencèrent à se faire jour dès qu'on aborda la troisième résolution relative à la spécification de l'ohm ; cette question fut renvoyée à l'examen du Comité technique.

Des divergences du même genre se manifestèrent à la seconde séance de la Conférence, le mercredi 14, lorsqu'on aborda la résolution : « L'ampère est la seconde unité primaire. » Plusieurs délégués firent en effet observer qu'en pratique la mesure d'une intensité de courant s'effectue au moyen d'une résistance étalonnée et d'une pile étalon et que, par suite, il serait préférable de prendre le volt comme seconde unité primaire. Toutefois, après longue discussion, la résolution fut adoptée, mais on dut de nouveau recourir au Comité technique pour la spécification de l'ampère. Quant à la résolution de la définition du volt international comme unité dérivée de l'ohm international et de l'ampère international, elle devenait une conséquence forcée de l'adoption de l'ampère comme seconde unité primaire et fut adoptée à l'unanimité.

Dans sa troisième séance du vendredi 16 octobre, la Conférence décida de ne pas modifier la longueur de $106^{cm},300$ de la colonne mercurielle définissant l'ohm et d'adopter $1^{mg},11800$ pour le poids d'argent déposé en 1 seconde par 1 ampère international. C'était en somme confirmer les résolutions du Congrès de Chicago, avec cette légère différence cependant que ce Congrès n'avait pas cru devoir préciser les deux derniers chiffres décimaux des nombres précédents. A la même séance, la Conférence commença la discussion de l'opportunité de la nomination d'une Commission permanente, discussion qui fut continuée pendant les quatrième et cinquième séances des lundi et mardi 19 et 20 octobre et qui se termina à la séance du mercredi 21 par l'adoption d'un vœu demandant la création d'une Commission permanente et d'un Laboratoire international chargés de centraliser les propositions et les recherches concernant les unités électriques, et la nomination d'une Commission provisoire chargée de poursuivre la réalisation de ce vœu. A la même séance du 21, la Conférence adopta, conformément à l'avis du Comité technique, 1,084 volt pour la valeur provisoire de la force électromotrice de l'élément Weston construit suivant les spécifications indiquées par le Comité technique. Ce fut la dernière séance de discussion, et, à la séance du lendemain jeudi, les Délégués se bornaient à signer les comptes rendus de leurs délibérations.

Comme on le voit, le travail de la Conférence internationale des Unités et Étalons électriques se résume en ceci : 1° confirmation des résolutions du Congrès de Chicago en ce qui concerne les définitions des unités internationales et les étalons de résistance et d'intensité, mais substitution de l'élément Weston à l'élément Clark pour étalon de force électromotrice; 2° nomination d'une Commission provisoire chargée de poursuivre la nomination d'une Commission permanente et la création d'un Laboratoire international.

Certains de nos lecteurs pourront trouver, comme quelques-uns de nos confrères anglais d'ailleurs, que le résultat est maigre et hors de proportion avec les difficultés que nécessite la réunion d'une Conférence internationale. On ne saurait cependant reprocher à la Conférence d'avoir simplement ratifié les résolutions du Congrès de Chicago et de n'avoir pas voulu ajouter à l'*ohm B. A.*, *l'ohm légal*, *l'ohm international de Chicago*, un nouvel *ohm international de Londres*, lequel ne serait pas encore exactement l'*ohm vrai*. Et d'un autre côté, on ne peut qu'applaudir au vœu de création d'une Commission permanente, laquelle évitera sans doute les longues et confuses discussions qui ont trop souvent marqué les séances de celle qui vient de se terminer.

J. BLONDIN.

([1]) Le Délégué français était M. Lippmann, membre de l'Institut et professeur à la Sorbonne.

([2]) Ce Comité technique était formé de 20 membres. La France était représentée par MM. Lippmann; Benoît, directeur du Bureau international des Poids et Mesures de Sèvres; de Nerville, ingénieur des Télégraphes.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrometallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingtième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics relative aux décrets du 17 octobre 1907 pour l'application de la loi sur les distributions d'énergie, p. 319.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

Vingtième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Avis, p. 291. — Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 13 octobre 1908, p. 291. — Règlement Intérieur du Syndicat, p. 293. — Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat, p. 295. — Demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. v.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2h à 4h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8h à midi et de 1h30 à 5h.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 13 octobre 1908.

Présidence de M. Meyer-May.

La séance est ouverte à 5h10m.

Sont présents : MM. Arnoux, Bancelin, Berne, Chateau, Eschwège, Frager, Javaux, de Loménie, F. Meyer, M. Meyer, Meyer-May, Sciama, de Tavernier et M. de la Fontaine-Solare, secrétaire général du Syndicat.

Se sont excusés : MM. Chaussenot, Debray, Ducretet, Geoffroy, Guinier, Larnaude, L. Mascart, A. Parvillée, Portevin, Simonet, Zetter.

— Le procès-verbal de la séance du 10 juillet 1908, publié dans *La Revue électrique* du 15 août, est adopté.

Nécrologie. — M. le Président rappelle la perte douloureuse que la science et l'industrie électriques viennent d'éprouver en la personne de M. Éleuthère Mascart. Bien que M. Mascart n'appartînt pas au Syndicat, le Bureau avait décidé d'envoyer des fleurs et d'assister en délégation à son inhumation; mais, suivant les volontés laissées par le défunt, il a dû renoncer à lui donner ce suprême hommage de sympathie. Cependant la plupart des membres du Bureau présents à Paris ont assisté à l'inhumation.

En cette triste circonstance, la Chambre Syndicale adresse à la famille de M. Mascart et en particulier à M. Léon Mascart, secrétaire de la Chambre, l'expression de ses sentiments attristés et l'assurance de sa bien vive sympathie.

Distinctions honorifiques. — Au nom de la Chambre Syndicale, M. le Président adresse des félicitations :

A MM. Chaigneau (Camille-Charles-Théodore) et Lopez-Silva (André), qui ont été nommés au grade de chevalier de la Légion d'honneur;

A M. Jaeggé (Henri-Émile), qui a été promu officier de l'Instruction publique;

A M. Japy (Pierre-Robert-Armand-Jules), de la maison Japy frères et Cie, qui a été nommé au grade de chevalier du Mérite agricole;

Enfin, à plusieurs membres du Syndicat qui ont été nommés conseillers du Commerce extérieur de la France pour une période de cinq années.

— M. le Président signale que, par décret en date du 10 octobre 1908, M. Labour (Édouard), Directeur de la Société *L'Éclairage électrique*, a été nommé membre du Comité permanent d'Électricité, au titre de représentant professionnel des grandes industries électriques, jusqu'au 31 décembre 1908, en remplacement de M. E. Mascart. Il adresse à M. Labour les félicitations de la Chambre Syndicale.

Il signale, en outre, que M. Maurice Levy, Inspecteur général des Ponts et Chaussées de première classe, admis à faire valoir ses droits à la retraite, a été remplacé, dans le Comité permanent d'Électricité, par M. de Préaudeau, Inspecteur général des Ponts et Chaussées de première classe, qui a été nommé président dudit Comité en remplacement de M. E. Mascart.

Dans ces conditions, la vice-présidence du Comité sera vraisemblablement donnée à un des représentants professionnels des grandes industries électriques.

Admissions. — *M. Deffez (Louis)*, Constructeur d'appareils pour l'enseignement de la Physique, 34, rue Saint-Séverin, à Paris (5e), est admis comme membre du Syndicat sur la présentation de M. Meyer-May et M. de la Fontaine-Solare.

La Chambre Syndicale accepte la substitution de la *Compagnie F. A. C.*, Appareils de mesures électriques, 81, rue Saint-Maur, à Paris (11e), à MM. Fauvin (Émile-

Ernest) et Amiot (Eugène-Émile). Cette Compagnie sera représentée dans le Syndicat par M. Cheneaux.

Démissions. — La Chambre Syndicale accepte les démissions suivantes : MM. Barbier (Robert-Paul), Hussenot et Raynaud, qui ne s'occupent plus d'affaires d'électricité;

Galey frères, Morand (Philippe), Veaudeau (Henri), installateurs, Gobert, Riegel (Louis), constructeurs d'appareillage, qui déclarent ne pas adhérer aux nouveaux statuts du Syndicat approuvés par l'Assemblée générale du 10 juillet 1908.

Travaux des sections professionnelles. — M. le Président rappelle l'état d'avancement des travaux des sections professionnelles.

*Première section. — **Revision des Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques.*** — M. Defrance s'est rencontré avec M. Renou, représentant du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, pour examiner les modifications proposées. Ces messieurs ont réservé les questions d'élévation de température, de surcharge et d'essais de surtension; mais, en ce qui concerne les autres articles, ils ont conclu de proposer à leurs Syndicats respectifs l'examen d'un texte modifié.

*Deuxième section. — **Unification des culots et supports de lampes flamme et mignonnettes.*** — M. Zetter, président, a terminé le travail relatif à l'unification des supports; il se propose de le soumettre très prochainement à la section.

*Troisième section. — **Revision du cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés.*** — Le texte des modifications proposées par le Syndicat professionnel des Usines d'électricité sera remis incessamment aux constructeurs intéressés qui voudront bien l'étudier pour pouvoir le discuter dans une réunion de section qui aura lieu dans le courant de novembre.

Règlement intérieur. — L'ordre du jour appelle l'établissement du règlement intérieur du Syndicat, conformément à l'article 23 des statuts. M. le Président rappelle que le projet de règlement, préparé par la Commission spéciale, a été adressé à tous les membres de la Chambre; plusieurs d'entre eux ont déjà donné, par correspondance, leur adhésion à ce projet sur l'adoption duquel il convient de se prononcer définitivement.

La Chambre adopte à l'unanimité des membres présents le projet présenté par la Commission.

Congrès international des Applications de l'Électricité (Marseille, 1908). — M. le Président rappelle que, sur la demande du Commissariat général de l'Exposition de Marseille, la Chambre Syndicale l'avait chargé de représenter officiellement le Syndicat au Congrès des Applications de l'Électricité.

Il rend compte de sa mission et dit combien il a été flatté d'être nommé vice-président du Congrès.

La Revue électrique a déjà consacré une de ses chroniques au Congrès; elle publiera dans un prochain numéro le résumé des séances d'ouverture et de clôture; on trouvera d'ailleurs le compte rendu des travaux du Congrès dans les Volumes qui seront bientôt publiés par les soins du rapporteur général.

Renouvellement de la Chambre de Commerce de Paris. — La Chambre Syndicale se forme en comité secret pour examiner les candidatures au siège de représentant des Industries électriques à la Chambre de Commerce de Paris.

Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants, qui ont été remis aux membres de la Chambre Syndicale :

— N° 359. Décret du 22 juin 1908 instituant une Commission interministérielle pour l'étude des questions relatives aux adjudications des travaux publics et nommant les membres de cette Commission.

— N° 360. La production, la consommation et les prix de divers métaux.

— N° 361. Repos des spécialistes dans les usines à feu continu.

— N° 362. Fermeture des gares de petite vitesse le dimanche. — Service des embranchements particuliers.

— N° 363. Circulaire du Ministre du Travail relative au décret du 10 août 1899 sur les cahiers des charges et marchés passés au nom de l'État, des départements et des communes.

Correspondance. — La Chambre Syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Lettre de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie qui attire l'attention du Syndicat sur le Commerce français en Angleterre et adresse un exemplaire d'un rapport de M. Périer, attaché de l'Ambassade de France à Londres [1].

— Lettre de M. le Préfet de la Seine qui accuse réception du dépôt des nouveaux statuts du Syndicat.

— Brochure offerte par le Groupe IV de la Section française de l'Exposition franco-britannique indiquant la nature et expliquant l'usage des machines et appareils exposés.

— Brochure, offerte par la Chambre de Commerce de Calais, reproduisant une conférence par M. F. Lennel sur Calais, son port, son industrie.

— Lettre de M. le Président de la Société des anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers qui invite M. le Président du Syndicat au banquet annuel de cette Société.

— Lettre des Associations françaises de propriétaires d'appareils à vapeur ayant un service électrique, à laquelle sont annexés deux exemplaires des « Instructions sur le montage des installations électriques » remaniées par ces Associations à la suite des décrets du 11 juillet 1907.

— Note à propos de « La Crise de l'apprentissage » communiquée par la Commission permanente mixte des Industries du bâtiment.

— Programme du deuxième Congrès international

(1) M. Périer correspond directement avec toute personne qui a des renseignements à lui demander. M. Périer étant en mission en France, son adresse actuelle est : Office national du Commerce extérieur, rue Feydeau, n° 3, à Paris. Il résidera environ un mois à Paris, à partir du 25 octobre, et, pour obtenir de lui un entretien, il suffira de lui écrire à l'adresse précitée.

organisé par la Fédération nationale française du Bâtiment et des Travaux publics.

— Invitation adressée par la maison Wolf, Maunoury et Cie à M. le Président du Syndicat pour la matinée qui aura lieu le 17 octobre 1908 en l'honneur du centenaire de cette maison.

— Circulaire de l'Imprimerie nationale qui communique le tarif des abonnements, par classes et par groupes, à la publication des brevets d'invention déposés du 1er janvier au 31 décembre 1908.

— Numéro de juillet 1908 de l'*Industrial Canada,* offert par M. Poindron, délégué commercial du Gouvernement canadien en France.

— Circulaire de la Ligue nationale contre l'alcoolisme, qui communique un almanach populaire illustré publié par ladite Ligue et mis en vente, au siège central, 50, rue des Écoles, au prix de $0^{fr},10$.

— Brochure de l'Institut du *Mois scientifique et industriel,* 8, rue Nouvelle, à Paris, donnant des renseignements sur son service de traductions et copies.

— Catalogue de la Simplex Concrete Piling Co pour pilotis en béton système Simplex.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à $6^h 35^m$.

Le Secrétaire général,
DE LA FONTAINE-SOLARE.

Règlement Intérieur établi par la Chambre Syndicale dans sa séance du 13 octobre 1908 [1].

TITRE I.

ORGANISATION DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — SUBVENTION APPLICABLE A CERTAINES D'ENTRE ELLES.

ART 1er. — Les sections entre lesquelles se répartissent les membres du Syndicat, conformément aux articles 5 et 10 des statuts, sont fixées comme suit :

1re section. — Constructeurs de dynamos, transformateurs, appareils de levage actionnés électriquement.

2e section. — Constructeurs d'appareillage et de lampes électriques (arc et incandescence).

3e section. — Constructeurs de câbles, fils et matériel pour canalisations électriques.

4e section. — Constructeurs d'appareils téléphoniques, télégraphiques et de précision.

5e section. — Constructeurs d'accumulateurs, de piles et de matériel accessoire pour l'électricité (isolants, balais, etc.).

6e section. — Entrepreneurs d'installations électriques.

7e section. — *Adhérents en nom personnel :* Ingénieurs d'industries utilisant l'électricité, Ingénieurs conseils, Membres de l'enseignement, Commerçants et Importateurs de matériel électrique.

ART. 2. — Sont assujettis au payement de la subvention prévue par l'article 8 des statuts les établissements adhérents inscrits aux 1re, 2e, 3e, 4e, 5e et 6e sections. Les adhérents en nom personnel inscrits à la 7e section n'y sont pas assujettis.

Cette subvention sera de *vingt-cinq centimes* ($0^{fr},25$) par employé, ouvrier et aide occupés à des travaux correspondant à l'objet d'une des sections ci-dessus, avec un minimum de *six francs* (6^{fr}) et un maximum de *cent cinquante francs* (150^{fr}) par établissement adhérent.

Pour les établissements adhérents inscrits à plusieurs sections, le minimum et le maximum ci-dessus seront applicables par chaque section à laquelle appartiennent ces établissements.

Toutefois un établissement inscrit à plusieurs sections pourra limiter à un maximum unique de *cent cinquante francs* toutes ses quotes-parts de subvention, en renonçant à tout ou partie de ses voix supplémentaires dans ces diverses sections.

Dans le calcul de ces voix supplémentaires on réduira le nombre d'employés, ouvriers et aides occupés par l'établissement, pour chaque catégorie, selon le rapport du nombre total réel de ces employés, ouvriers et aides, au nombre 600 (qui correspond à une subvention de 150^{fr}, à raison de $0^{fr},25$ par employé, ouvrier et aide).

TITRE II.

FONCTIONNEMENT DES SECTIONS.

ART. 3. — Chaque année, dans le courant de janvier, ou dans le mois qui suit l'Assemblée générale annuelle, pour les sections nouvelles qui auront pu être créées par cette Assemblée, les sections sont convoquées 5 jours d'avance au moins, par le Président de la Chambre Syndicale, à l'effet d'élire leur bureau qui se compose d'un président, un vice-président et un secrétaire.

ART. 4. — Les sections sont convoquées de même, avant la convocation de l'Assemblée générale annuelle, ou à toute époque, dans le cas prévu par le dernier paragraphe de l'article 12 des statuts, pour élire leurs représentants à la Chambre Syndicale.

ART. 5. — Les tableaux d'après lesquels doivent se faire ces élections, conformément à l'article 10 des statuts, sont préparés dès le commencement de janvier par les soins du Président de la Chambre Syndicale et tenus à la disposition de tous les intéressés, pour chaque section, du 15 au 31 janvier de chaque année. Ils sont respectivement communiqués, en séance de section, à la réunion convoquée pour la nomination du bureau de la section, comme il est dit à l'article 3 ci-dessus.

Ces tableaux présentent, en regard des noms des membres de la section, le nombre d'employés et d'ouvriers de chaque établissement rentrant dans les catégories qui correspondent à l'objet de la section, la réduction à faire subir à ce nombre dans le cas prévu au dernier paragraphe de l'article 2 du présent règlement, et enfin le nombre de voix pour les élections de la Chambre et le chiffre de subvention qui en résulte. Il présente, en regard des totaux des nombres d'employés, d'ouvriers et des voix, le nombre des sièges à la Chambre Syndicale qui reviennent à la section, conformément à l'article 10 des statuts.

Toutes les observations et réclamations auxquelles ces tableaux ont pu donner lieu, soit de la part des

[1] Les statuts du Syndicat, approuvés par l'Assemblée générale du 10 juillet 1908, ont été publiés dans *La Revue électrique* du 30 août 1908.

intéressés isolément, soit de la part de la section, en ce qui concerne la quotité de la subvention, comme en ce qui concerne les droits de vote, sont soumises à la Chambre Syndicale dans la séance du mois de février. La Chambre Syndicale prononce souverainement dans ladite séance sur toutes ces observations et réclamations, et arrête définitivement les tableaux dont il s'agit.

Art. 6. — En dehors des réunions dont il a été parlé aux articles précédents, les sections se réunissent en commissions, sur la convocation soit du Président du Syndicat, soit de leur président spécial, et sans délai de rigueur. En cas de convocation par le président de la section, celui-ci doit communiquer préalablement l'ordre du jour par lui préparé au Président de la Chambre Syndicale, qui a toujours droit d'y prescrire des modifications. Les sections ne peuvent délibérer que sur les objets ainsi portés à leur ordre du jour.

Art. 7. — Le secrétaire de chaque section rédige un procès-verbal de chaque réunion, le signe avec le Président de la section, et le transmet au Président de la Chambre Syndicale, après son approbation par la section dans la séance suivante si cette approbation a été réservée, et au plus tard 35 jours après la date de la séance faisant l'objet du procès-verbal. Les procès-verbaux des réunions tenues pour l'élection des membres de la Chambre Syndicale sont transmis immédiatement au Président de la Chambre Syndicale.

TITRE III.

FONCTIONNEMENT DE LA CHAMBRE SYNDICALE ET DU BUREAU.

Art. 8. — La Chambre Syndicale, comprenant 42 membres, se réunit régulièrement une fois chaque mois au siège social, sauf en août et septembre. Elle peut toujours être convoquée extraordinairement par son Président. Le délai de convocation est de cinq jours, sauf urgence.

Art. 9. — La Chambre, régulièrement constituée pour délibérer dans les conditions de l'article 16 des statuts, prend ses décisions à la majorité relative des membres présents, sans vote par correspondance.

Tous pouvoirs sont donnés au Bureau pour rédiger les procès-verbaux, qui sont établis comme il est dit à l'article 14 des statuts.

Art. 10. — Le Bureau se réunit pour délibérer sur les intérêts du Syndicat, suivant convocation du Président.

Art. 11. — Les fonctions de Président consistent à présider les réunions de la Chambre Syndicale et les Assemblées générales, y maintenir l'ordre, faire observer les statuts, poser les questions, diriger la discussion, proclamer les votes, et enfin à s'occuper de toutes les questions intéressant le Syndicat.

Art. 12. — Les vice-présidents assistent le Président, le suppléent et le remplacent.

Art. 13. — Les secrétaires rédigent les procès-verbaux des séances de la Chambre et les rapports aux Assemblées générales. Ils gardent, s'il y a lieu, les archives et la correspondance. En cas d'absence, ils sont suppléés par un membre de la Chambre désigné par elle.

Ces diverses fonctions peuvent être remplies par un Secrétaire Général nommé par la Chambre Syndicale, sur la proposition du Bureau.

Art. 14. — Le Trésorier perçoit les cotisations et, d'une manière générale, les recettes du Syndicat. Il tient la comptabilité, fait des fonds de caisse l'emploi déterminé par la Chambre Syndicale, acquitte les dépenses après vérification par le Président, ou par la Chambre, ou par ses délégués.

Toutes les quittances que délivre le Trésorier, notamment pour les cotisations et subventions des adhérents, sont détachées d'un registre à souche contenant le numéro d'ordre, les noms, prénoms et professions des parties qui ont versé, et l'indication de l'importance du versement.

TITRE IV.

EXCLUSIONS ET RADIATIONS.

Art. 15. — Sont exclus de droit les membres qui ont encouru les déchéances prévues aux deuxième et troisième paragraphes de l'article 2 des Statuts. Les adhérents qui ont suspendu leurs paiements ne peuvent être admis de nouveau qu'après avoir justifié de leur réhabilitation ou de la reprise régulière de leurs opérations.

Art. 16. — La Chambre Syndicale cite devant elle, d'office ou sur la demande qui lui en a été faite par un ou plusieurs membres, tout membre du Syndicat dont les opérations lui paraissent contraires à la loyauté ou à la probité commerciale.

Si le membre convoqué ne comparait pas après deux invitations ou s'il ne se justifie pas des faits relevés contre lui, la Chambre peut prononcer son exclusion.

Le membre exclu pourra former un recours devant l'une des Assemblées générales, après en avoir prévenu le Président trois jours avant la réunion ; mais les décisions prises par l'Assemblée sont souveraines et ne sont susceptibles d'aucun recours devant les tribunaux.

Les versements des membres exclus restent acquis à la caisse du Syndicat.

Art. 17. — Sont rayés de droit les membres qui après trois invitations n'ont pas payé leur cotisation.

TITRE V.

BULLETIN.

Art. 18. — Il est rendu compte des travaux de la Chambre Syndicale dans un Bulletin, paraissant au moins une fois par mois, spécial au Syndicat des Industries électriques, ou commun entre lui et d'autres Syndicats.

Le Bulletin donne en outre les documents officiels, les avis commerciaux et les renseignements divers intéressant les industries électriques.

Le Président détermine la composition de chaque Bulletin ou de chaque partie du Bulletin concernant le Syndicat des Industries électriques.

Le Bulletin est envoyé gratuitement à tous les membres adhérents.

Des abonnements peuvent être consentis par le Bureau à un prix fixé par la Chambre Syndicale. Enfin, la Chambre décide des échanges avec les autres publications et de la distribution du Bulletin en dehors des membres du Syndicat.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 324. — Tableau des cours du cuivre, p. 324.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

VINGTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance du 10 octobre 1908 de la Commission Technique.

Présents : MM. Brylinski, Président du Syndicat ; Eschwège, Président de la Commission ; Fontaine, Secrétaire général ; Benoist, Buffet, Cousin, Daguerre, Drouin, Langlade, Nicolini, Paré, Renou, A. Schlumberger.

EXTRAIT DU RAPPORT MUNICIPAL SUR LES COMPTEURS. — M. Buffet, rapporteur. — M. Buffet donne lecture de son rapport sur cette question ; il montre que, depuis le 1er novembre 1907, la presque totalité des réclamations faites par les abonnés sur la marche de leurs compteurs a été reconnue non fondée par la Commission municipale.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT PROPOSÉ PAR LA COMMISSION DE CONTROLE. — M. Buffet, rapporteur. — Le règlement de la Commission de contrôle prévoit que les canalisations devront être essayées à une tension double de la tension de régime et que les conducteurs devront être calculés de façon que l'échauffement ne puisse pas dépasser 25° C. au-dessus de la température ambiante.

M. Buffet est d'avis que l'essai des canalisations et la densité de courant ainsi définis peuvent prêter à critique ; la Commission partage l'avis du rapporteur, et, avant de pousser plus avant l'étude des questions d'isolement et de charge des conducteurs, le rapporteur est prié de demander leur avis aux entrepreneurs.

M. le Président remercie, au nom de la Commission, M. Buffet de ses deux intéressants rapports.

INSTRUCTIONS POUR LA RÉCEPTION DES MACHINES ET TRANSFORMATEURS. — M. Renou, rapporteur. — M. Renou n'a rien de particulier à signaler sur cette question, mais il doit demander à M. Defrance ses observations et les soumettre à la Commission.

ASSOCIATION POUR L'ACHAT EN COMMUN DES LAMPES A INCANDESCENCE. — M. Dusaugey, rapporteur. — La question reste à l'étude.

INSTRUCTIONS POUR LA CONDUITE ET L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — MM. Guignard et Jess, rapporteurs. — La Commission émet le vœu que cette question soit étudiée par un nouveau rapporteur qu'elle désignera dans sa prochaine séance, MM. Guignard et Jess ne pouvant, de par leurs occupations, assister aussi régulièrement qu'ils le désireraient aux séances.

TRAVERSÉE DES VOIES FERRÉES. — M. A. Schlumberger, rapporteur. — M. Schlumberger donne connaissance à la Commission d'une circulaire ministérielle du 21 juillet 1908 abrogeant les anciennes circulaires relatives aux traversées de chemin de fer.

Le rapporteur rend compte à la Commission des calculs auxquels il s'est livré pour l'établissement des lignes aériennes. M. le Président émet l'avis que les calculs doivent surtout convaincre l'Administration que les lignes sont établies dans les conditions de solidité les meilleures, mais qu'il est tout à fait inutile de tenir compte trop minutieusement d'une série de conditions atmosphériques mal connues et qui rendraient trop complexes les projets soumis à l'Administration.

M. le Président prie M. Schlumberger de se mettre en rapport avec M. Dusaugey qui, étant donnée l'étendue de ses réseaux aériens, pourrait donner d'intéressants conseils sur les calculs des lignes.

MONOGRAPHIE D'UNE USINE MODERNE. — M. Tainturier, rapporteur. — En l'absence du rapporteur cette question est reportée à la prochaine séance.

DOCUMENTS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE. — M. le Président indique que le Ministre de la Guerre avait demandé la rédaction d'un cahier des charges pour la fourniture de matériel de l'armée. Le Syndicat des Industries électriques, sur demande de la Commission, a rédigé un cahier des charges qui est à la disposition des membres de la Commission. La question est supprimée de l'ordre du jour.

RELEVAGE DES BALAIS DE MOTEURS. — M. Renou accepte de rapporter sur cette question, M. Buffet étant chargé par la Commission d'autres études.

ÉTABLISSEMENT DES POSTES DE TRANSFORMATEURS. — M. Daguerre est nommé rapporteur de cette question.

MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS. — M. Langlade, rapporteur. — Le rapporteur n'a rien de particulier à signaler, les adhérents n'ayant pas répondu en assez grand nombre au questionnaire qui leur a été adressé.

POTEAUX ET ISOLATEURS. — M. Mazen, rapporteur. — En l'absence du rapporteur la question reste à l'étude.

NOUVELLES LAMPES A FILAMENT MÉTALLIQUE. — M. Lebaupin, rapporteur. — Le rapporteur est absent. Quelques membres de la Commission signalent les lampes Sirius, Philipps, Canello. Ceux de nos collègues qui connaissent de nouvelles lampes sont priés d'en informer M. Lebaupin.

La Commission prie M. le Secrétaire général d'insister auprès de M. Lebaupin pour qu'il vienne à la prochaine séance faire part de ses observations sur la question si importante des lampes à filament métallique.

CHOIX ENTRE LES CONVERTISSEURS ET LES COMMUTATRICES. — M. Moret, rapporteur. — La question reste à l'étude, en l'absence du rapporteur.

M. Daguerre demande que cette question, dégagée de toutes considérations d'ordre confidentiel, mais au contraire envisagée au point de vue purement technique, soit rapportée aussitôt que possible, étant donné l'intérêt que lui reconnaissent les membres de la Commission.

Emploi du courant de jour. — M. Cousin, rapporteur. — La Commission a lu avec un grand plaisir le très intéressant rapport de M. Cousin et l'en remercie. M. Cousin indique que les prix de revient indiqués lui ont été donnés par les cultivateurs eux-mêmes, qu'ils se rapprochent très sensiblement des prix de fournitures proposés à ces cultivateurs par un concessionnaire.

Le rapporteur signale que l'emploi de l'énergie électrique dans les fermes permet d'économiser sensiblement sur la main-d'œuvre en augmentant la quantité de travail fourni dans un même temps, comparativement avec les procédés actuels.

Analyse du Rapport municipal du 23 mars 1908.

Depuis la mise en vigueur du nouveau régime de l'électricité à Paris, c'est-à-dire depuis le 1er novembre 1907, quelques abonnés ont eu recours aux nouvelles clauses du cahier des charges pour présenter diverses réclamations au sujet, soit du fonctionnement de leurs compteurs, soit de l'application des tarifs principaux.

Il est dit, en effet, dans la nouvelle police, que toutes les réclamations pourront être adressées au Préfet de la Seine et au Président du Conseil municipal et seront transmises à la Commission de contrôle.

En outre, un abonné peut demander la vérification de son compteur; cette vérification est à la charge des concessionnaires si l'exactitude de l'appareil dépasse, au préjudice de l'abonné, les limites arrêtées par le Préfet.

Il était donc peu surprenant que quelques abonnés se croyant lésés aient eu recours à ce moyen de contrôle mis à leur portée.

En fait, la Ville de Paris reçut en tout 42 plaintes dont 16 concernant l'application des tarifs et 26 concernant le fonctionnement des compteurs.

Après examen de chaque plainte et vérification de chaque compteur incriminé, l'Ingénieur en chef fit un rapport détaillé dont voici l'analyse :

Pour les 16 plaintes concernant l'application des tarifs, une seule était fondée; pour 2 autres, bien que non fondées, les concessionnaires ont néanmoins consenti de réduire les sommes réclamées pour avances sur consommation faisant l'objet du litige; quant aux 13 autres réclamations, elles ont été rejetées comme n'étant nullement justifiées.

Ces 16 réclamations se subdivisaient de la façon suivante :

3 avaient pour objet le prix du courant;

3 présentaient des objections à des clauses de la police d'abonnement (une de ces objections a été admise);

4 concernaient les avances sur consommation;

5 concernaient les tarifs accessoires de location ou d'entretien de branchements, de colonnes ou de compteurs;

1 résultait d'une erreur d'interprétation d'une clause de la police de la part du plaignant.

Pour les 26 plaintes concernant le fonctionnement des compteurs, 24 émanaient d'abonnés, tandis que les deux autres provenaient de journaux quotidiens.

Ces deux dernières plaintes résumaient les doléances de quelques abonnés, en appelant l'attention des services municipaux sur le fonctionnement des compteurs en général, qu'ils accusaient d'avoir une tendance à l'avance.

Le rapport municipal analyse chacune de ces réclamations en opposant pour chaque cas les causes réelles des augmentations indépendantes du bon fonctionnement des compteurs.

Ces augmentations provenaient soit du déréglage de lampes à arc, soit de l'emploi de lampes à incandescence faussement étalonnées.

Les 24 plaintes concernant la marche des compteurs portaient exactement sur 32 de ces appareils, dont la vérification a donné les résultats suivants :

2 compteurs donnaient des résultats supérieurs aux limites d'exactitude imposées par le Préfet; ils avançaient en effet de plus de 5 pour 100 en moyenne, sans toutefois que cette avance ait excédé 10 pour 100;

1 compteur avançait à vide, mais était exact en charge.

La marche de ces trois compteurs justifiait les plaintes concernant ces appareils.

Quant aux 29 autres compteurs, les résultats obtenus démontrèrent que leur marche se maintenait pour l'avance dans les limites imposées par le Préfet.

Ces résultats se décomposent de la façon suivante :

18 compteurs furent reconnus comme ayant une avance ou un retard n'excédant pas 3 pour 100;

6 compteurs avaient une avance moyenne supérieure à 3 pour 100, mais inférieure à 5 pour 100;

3 compteurs avaient un retard moyen supérieur à 3 pour 100, mais inférieur à 5 pour 100;

2 compteurs avaient un retard moyen supérieur à 5 pour 100, mais inférieur à 10 pour 100.

Enfin, sur ces 29 compteurs, 3 présentaient un notable retard aux faibles charges.

En résumé, sur 55000 compteurs environ fonctionnant à Paris, 32 plaintes sont parvenues à la Commission de contrôle municipale, qui a reconnu le bien fondé de 3 réclamations seulement.

Ces résultats, provenant d'un lot d'appareils choisis parmi ceux qui étaient supposés avoir un fonctionnement anormal, viennent très heureusement contribuer à détruire l'inexplicable méfiance de certains abonnés à l'égard des compteurs électriques.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 octobre 1908.

Membre actif.

M.

Danon (Henri), Directeur de la Compagnie du Gaz, à Tours, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

David (Charles), Ingénieur, Chef de travaux au Laboratoire central d'Électricité, 69, avenue de Ségur, à Paris, présenté par MM. Brylinski et Daguerre.

Teufel (Rodolf), Électricien, 213, rue de Saint-Germain, à Argenteuil, présenté par MM. Fontaine et Pasquier.



Witzig (Augustin), Ingénieur électricien, 90, avenue d'Iéna, à Paris, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

31° Modèle type de bulletin de commande de compteurs

32° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905 (la question du gaz à Paris).

33° Compte rendu *in extenso* de la séance du Sénat du 14 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

34° Compte rendu *in extenso* des séances du Conseil municipal des 15 et 31 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

35° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques (affiches).

36° Loi sur les distributions d'énergie électrique, 15 juin 1906. (Brochure.)

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

Usine à vapeur du cap Pinède (Marseille). — Cette usine, construite par la Compagnie générale d'Électricité pour desservir Marseille, est située à l'extrémité des nouveaux bassins, au pied d'un monticule qu'il a fallu faire sauter en partie, ce qui a nécessité plus de 80000$^{m^3}$ de terrassements.

L'énergie électrique y est produite par turbo-alternateurs Brown-Boveri-Parsons sous forme de courants triphasés à la tension de 5500 volts et à la fréquence de 50 p : s.

Cette énergie est transmise en partie dans des postes de transformation où la tension est abaissée à 110 et 190 volts, en partie dans une station de transformation, située rue Mazagran, où elle est convertie en courant continu à 2×110 volts.

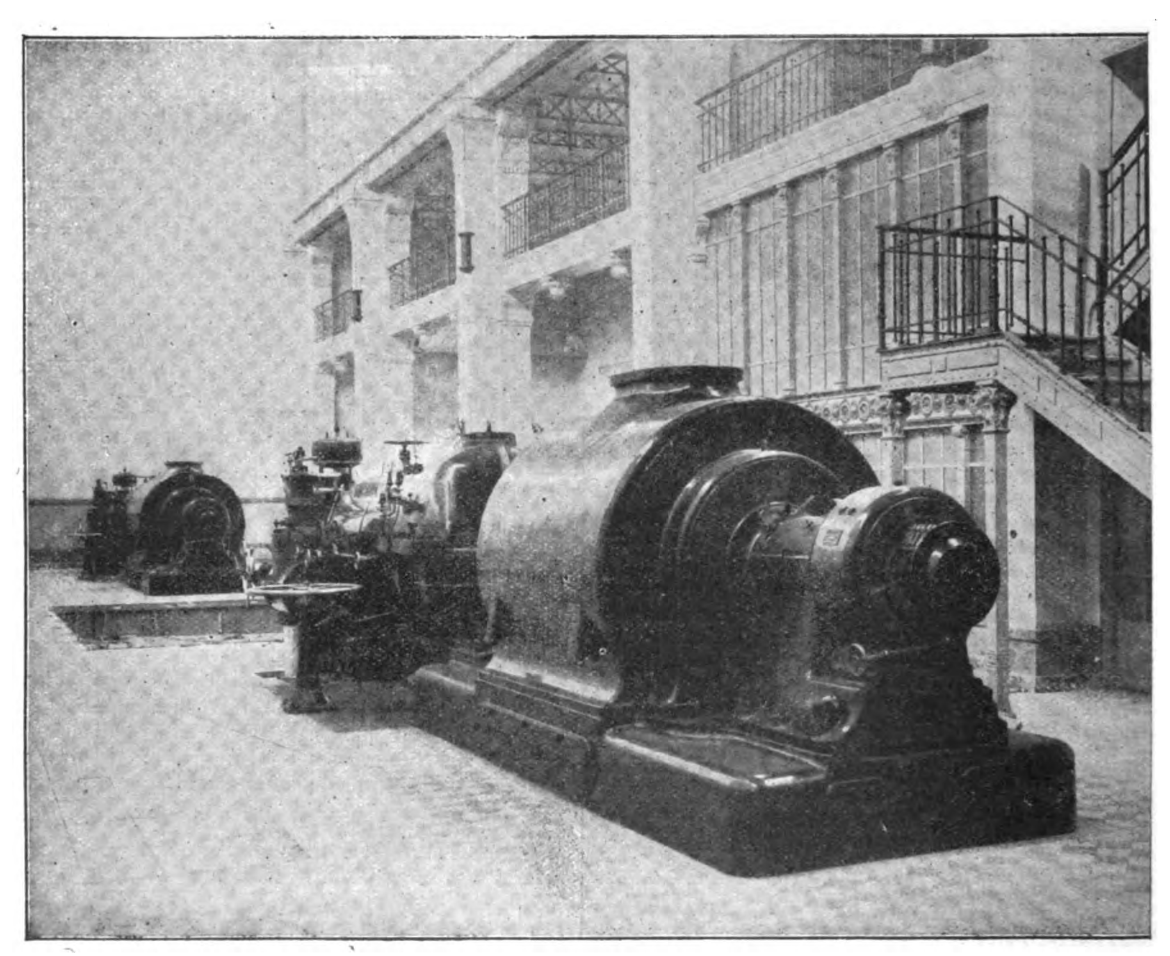


Fig. 1. — Groupes électrogènes de l'usine du cap Pinède, de la Société d'Électricité de Marseille.

Les figures 1 à 4 donnent les plan, coupe longitudinale et coupe tranversale de la partie de l'usine actuellement construite. On a prévu son doublement par la construction de nouveaux bâtiments symétriques de ceux déjà existants par rapport à l'axe indiqué sur la coupe transversale; l'usine comprendra alors cinq corps de bâtiments : au milieu un bâtiment de 6^m,50 de large pour les tableaux de distribution, de part et d'autre une salle de machines de 8^m,50 de large et une salle de chaudières de 11^m de large. L'usine renfermera alors



8 groupes électrogènes dont 4 de 1800 kilowatts et 4 de plus forte puissance formant en quelque sorte 8 usines complètes, chacun des groupes ayant en propre sa cheminée, ses chaudières, ses économiseurs et ses divers appareils accessoires.

Pour le moment l'usine renferme trois groupes

Fig. 2 et 3. — Coupe longitudinale et vue en plan de l'usine du cap Pinède.

seulement; un quatrième sera prochainement installé par la Compagnie électro-mécanique, qui a été chargée de toute l'installation électrique. La figure 1 donne une vue d'un de ces groupes et la figure 5 celles des pompes d'un condenseur. Les figures 6 et 7 montrent les pupitres du tableau de distribution commandant les uns le fonctionnement des groupes électrogènes, les autres les départs de feeders. Enfin la figure 8 montre le schéma des connexions électriques de l'usine.



Salle des chaudières. — La chaufferie actuelle, de 67^m de long sur 11^m de large, comprend neuf chaudières Babcok et Wilcox, réparties en trois groupes. Chaque chaudière est munie d'un surchauffeur à réglage de température par mélange et peut donner par heure 6000^{kg} à 7200^{kg} de vapeur à la température de 350° C. environ et sous la pression de 15 kg : cm².

Les foyers sont alimentés avec des lignites provenant de la région ou avec un mélange de ces lignites et de charbons anglais. Le combustible est amené par des wagonnets, qu'un monte-charge prend au niveau du sol de l'usine, dans de vastes soutes D placées entre les cheminées; il est repris dans ces soutes par des wagonnets A' qui permettent de l'amener devant les portes de foyer d'où il est chargé à la main sur les grilles, sauf toutefois pour deux chaudières qui ont été, à titre d'essai, munies de chargeurs mécaniques. Les escarbilles sont évacuées au moyen de wagonnets B qu'un monte-charge permet de déverser dans une soute munie à sa partie inférieure d'une trémie pour le chargement des tombereaux qui les déchargent à la mer.

L'eau d'alimentation sortant des condenseurs à surface est envoyée aux chaudières au moyen de pompes rotatives commandées par des moteurs de 50 chevaux, induit en court-circuit, 2900 t : m, 190 volts. Une pompe à vapeur est installée comme secours. Avant d'arriver aux chaudières l'eau traverse des économiseurs Green, au nombre de deux par groupe de trois chaudières. L'eau nécessaire pour compenser les pertes est prise sur la canalisation de la ville; elle est épurée avant d'être mélangée à l'eau provenant des condenseurs. Un réservoir construit au sommet du monticule au pied duquel est construite l'usine assure la continuité de l'alimentation en cas d'accident aux conduites de la ville, ou de chômage.

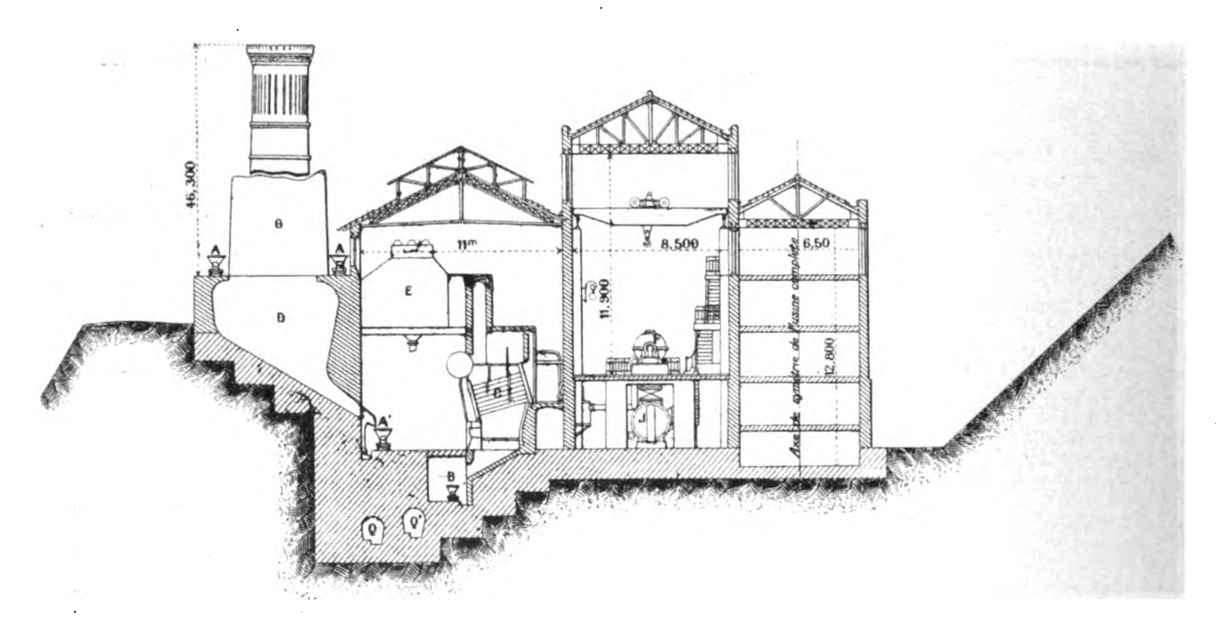


Fig. 4. — Coupe transversale de l'usine du cap Pinède.

AA', Wagonnets amenant le combustible; B, Wagonnets pour l'enlèvement des cendres; C, Chaudières; D, Soutes à charbon; D', Soute à escarbilles; E, Économiseurs; F, Carneaux de fumée; G, Cheminées; I, Groupes électrogènes; J, Condenseurs; N, Groupe électrique à courant continu; N', Groupe avec moteur à pétrole à courant continu; QQ', Canaux d'amenée et de retour de l'eau de mer servant au refroidissement des condenseurs.

Salle des machines. — Cette salle renferme les groupes électrogènes avec leurs condenseurs, divers appareils accessoires, ainsi que les tableaux correspondants, enfin le tableau général à 5500 volts.

Groupes générateurs. — Ce sont, comme nous l'avons dit, des turbo-alternateurs Brown-Boveri-Parsons (*fig.* 1). Leur puissance normale est de 1800 kilowatts, mais ils peuvent fournir 2150 kilowatts pendant 30 minutes lorsqu'on envoie, par la manœuvre du bypass de la turbine, de la vapeur à pleine pression dans les ailettes du second étage d'expansion. Leur vitesse angulaire est de 1500 t : m; elle est réglée du tableau de distribution au moyen d'un petit moteur électrique agissant sur les organes du régulateur centrifuge.

Les condenseurs sont à corps tubulaire horizontal. Leur refroidissement est effectué par de l'eau de mer amenée d'un des bassins voisins de l'usine par le canal Q. Une pompe centrifuge commandée par un moteur à induit enroulé, 580 t : m, 190 volts, 35 chevaux, envoie l'eau dans les tubes du condenseur. L'eau s'écoule ensuite dans un canal R' qui la conduit dans un bassin autre que celui où elle a été puisée, afin d'éviter l'échauffement de l'eau du premier. Une pompe à air et à eau condensée

commandée par un moteur de 28 chevaux, 204 t : m, 190 volts, complète l'installation d'un condenseur (*fig.* 5).

Excitation. — L'excitation de chaque groupe électrogène est assurée normalement par une excitatrice spéciale placée en bout d'arbre fournissant du courant continu à 190 volts. En cas de besoin, le courant continu peut être pris sur une canalisation desservant divers appareils auxiliaires, en particulier les interrupteurs, canalisation alimentée par un groupe moteur générateur N de 60 kilowatts, composé d'un moteur

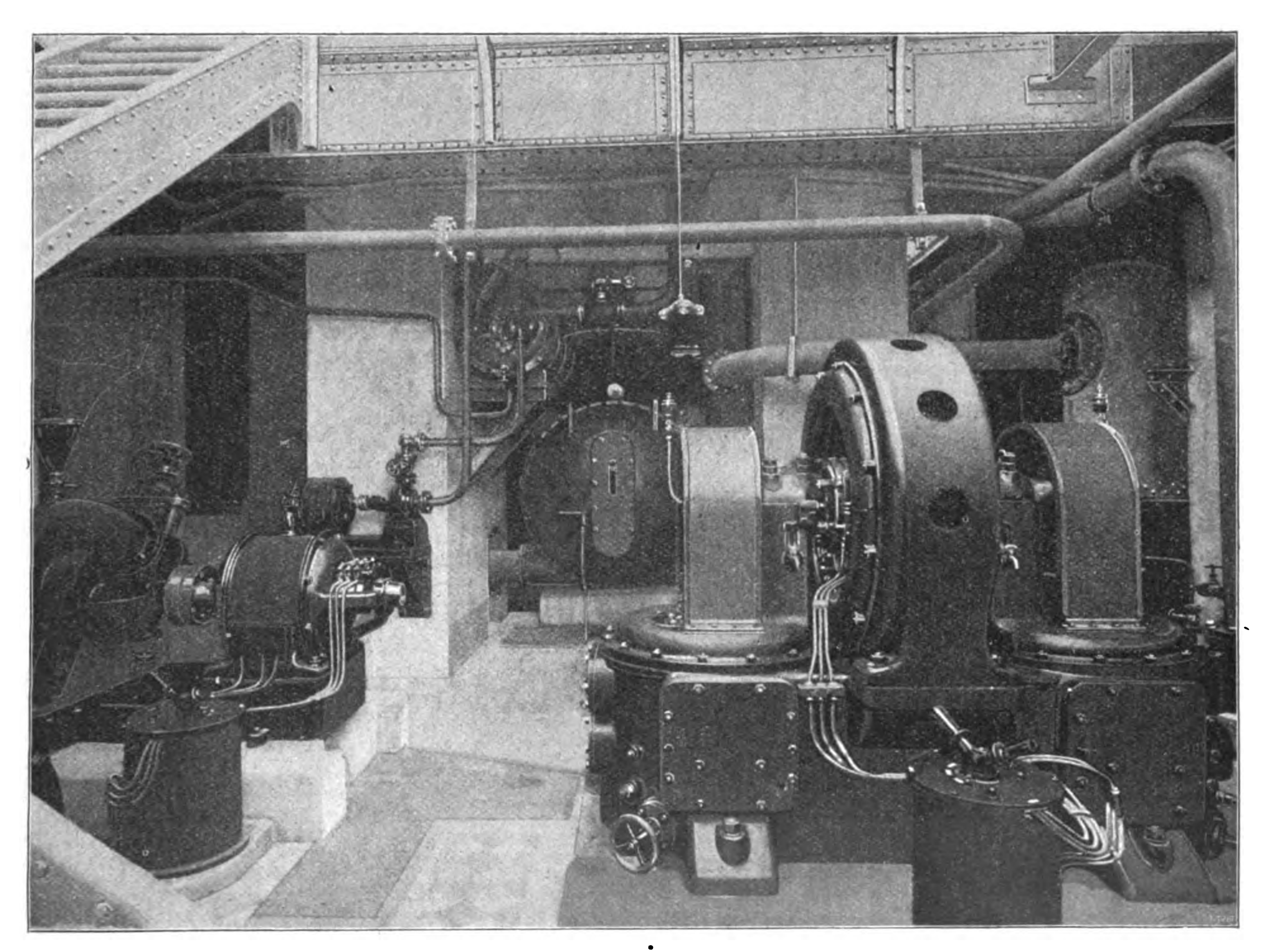


Fig. 5. — Pompes des condenseurs de l'usine du cap Pinède.

asynchrone, d'une dynamo à 190 volts et d'un survolteur placé en bout d'arbre. Ce survolteur est destiné à la charge d'une batterie d'accumulateurs pouvant elle-même assurer l'alimentation de la canalisation. En outre, une génératrice de 50 kilowatts commandée par un moteur à pétrole peut être utilisée dans le même but.

Transformateurs de service. — Les appareils auxiliaires d'un groupe, tels que les pompes, sont normalement alimentés par les courants que produit ce groupe par l'intermédiaire d'un transformateur de 50 kilowatts, abaissant la tension de 5500 à 190 volts. Un transformateur général peut au besoin remplacer ceux-ci.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution occupe cinq étages. A l'étage inférieur se trouvent les départs des feeders souterrains et les arrivées des alternateurs; au-dessus sont les barres collectrices, les barres de charge et divers appareils; à l'étage supérieur sont placés les pupitres correspondant aux groupes générateurs (*fig.* 6), ceux qui commandent les départs (*fig.* 7) ainsi que les appareils de mesures. Ceux-ci sont disposés en partie sur les pupitres de manœuvre, comme les voltmètres et ampèremètres, en partie sur des pupitres spéciaux, comme les compteurs individuels des lignes de départ, le compteur totalisateur, le wattmètre enregistreur, etc.

Comme le montre le schéma de la figure 8, le tableau a été prévu pour huit groupes générateurs et seize départs de feeders souterrains; trois groupes et six départs y sont actuellement reliés. Il comprend des barres collectrices principales reliées en boucle, et une série de trois barres de charge. Chaque génératrice et chaque feeder peuvent être connectés à volonté sur les unes

8...

ou les autres de ces barres; chaque panneau de génératrice ou de feeder porte deux jeux d'interrupteurs à déclenchement automatique.

Les interrupteurs sont actionnés par l'intermédiaire de relais tripolaires à maxima et à temps réglable pour les départs de feeders et à retour de courant pour les

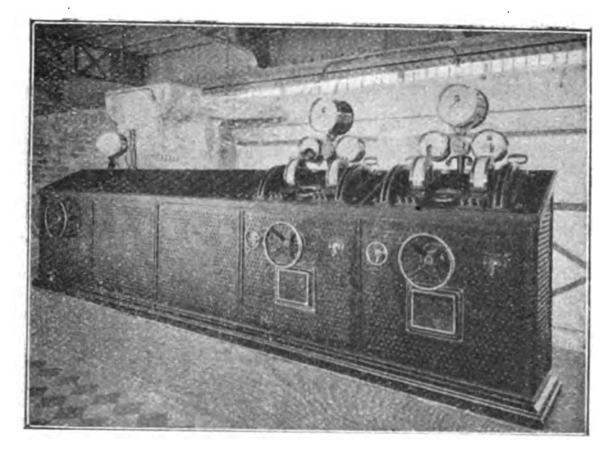


Fig. 6. — Pupitres des génératrices.

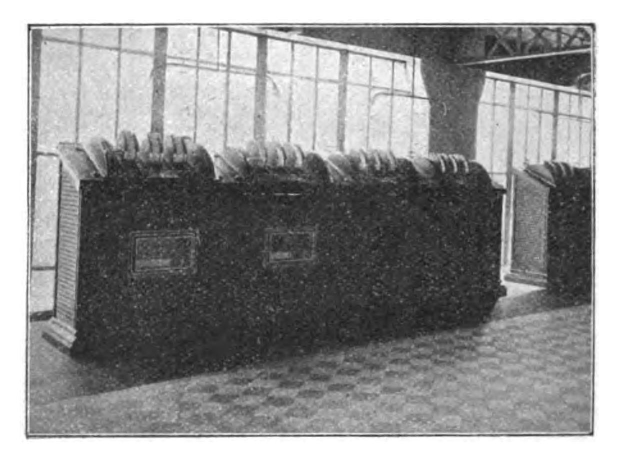


Fig. 7. — Pupitres des feeders de départ.

Barres des services auxilliaires à 190 v.

Alternateurs

Barres à 5500 v.

Barres à 5.500 v.

Jet d'Eau

Compteurs des feeders 1 à 8

Voltmètre, compteur totalisateur

Wattmètre enregistreur, etc

Compteurs des feeders 9 à 16

Départs des Feeders souterrains

Fig. 8. — Schéma des circuits de l'usine du cap Pinède.

génératrices. Ne pouvant décrire ici en détail ces relais, donnons-en néanmoins le principe.

Les relais à maxima et à temps réglable sont formés de trois légers disques en aluminium mobiles autour d'un axe horizontal entre les pôles de trois électro-aimants lamellés alimentés par trois transformateurs série traversés par les courants des trois phases. Un couple moteur est créé en produisant une dissymétrie du champ alternatif de l'électro-aimant par l'adaptation d'un anneau de circuit autour de l'une des moitiés des surfaces polaires; il se forme ainsi sur la demi-surface polaire correspondante un champ alternatif déphasé par rapport au champ de l'autre demi-surface polaire, et ces deux champs se composent pour donner un champ magnétique tournant engendrant le mouvement de rotation. Ce mouvement est normalement empêché par un poids attaché à un cordonnet de soie enroulé sur un tambour calé sur l'axe des disques. Lorsque l'intensité des courants circulant dans le feeder devient trop grande, le couple moteur l'emporte sur le couple résistant et le poids monte avec une vitesse d'autant plus grande que la surcharge est plus forte. Arrivé à bout de course, le poids ferme un circuit qui commande le déclenchement de l'interrupteur correspondant. Le temps nécessaire au soulèvement du poids peut être réglé soit en modifiant la valeur de ce poids, soit en déplaçant par rapport au disque un fort aimant permanent servant d'amortisseur.

Les relais des interrupteurs des circuits de génératrices sont disposés de façon qu'ils fonctionnent dans le cas où les courants viendraient à s'inverser dans ces circuits, c'est-à-dire dans le cas où, par suite d'un défaut de réglage de la vitesse, le groupe, au lieu de fournir de l'énergie aux barres collectrices, en recevrait de celles-ci. Pour cela, chacun des disques d'aluminium du relais est placé entre les pièces polaires de deux électro-aimants dont l'un est, comme précédemment, alimenté par un transformateur de courant, tandis que l'autre est alimenté par un transformateur de tension. Les champs alternatifs produits par ces deux électro-aimants étant déphasés d'environ 90°, il n'est plus besoin d'anneaux de court-circuit sur les faces polaires pour produire un champ tournant. Le disque d'aluminium est maintenu immobile par l'action d'un poids attaché à un tambour et par un butoir s'appuyant sur le ressort de contact fixe supérieur. Lorsque la puissance est positive, le couple moteur s'ajoute au couple fourni par le poids; si, au contraire, la puissance est négative, le couple moteur s'inverse, le disque accomplit un tour complet et ferme le contact au moyen du butoir.

Station de transformation de la rue de Mazagran (Marseille). — Cette station appartient à la Société d'Électricité de Marseille; elle reçoit de l'usine du cap Pinède des courants triphasés 5000 volts, 50 p : s, qui y sont transformés en courant continu 2 × 110 volts alimentant le réseau de la Société d'Électricité qui, concurremment avec le réseau 2 × 220 volts de la Société du Gaz et de l'Électricité, dessert la partie centrale de Marseille. L'installation électrique de cette station a été faite par la Société alsacienne de Constructions mécaniques. Les figures 1 et 2 reportées à la page suivante donnent une coupe longitudinale et une vue en plan de cette station.

Machines. — La salle des machines, qui mesure 23m,30 de long sur 10m,10 de large, est construite de telle façon que l'assise des machines est indépendante des murs et de la charpente du bâtiment; de plus, les groupes convertisseurs sont montés sur matelas isolants (trichopièse) évitant la transmission du bruit et des vibrations aux immeubles voisins.

Cette salle renferme actuellement quatre groupes convertisseurs. Deux de ces groupes sont formés d'un moteur synchrone de 750 chevaux et de deux dynamos de 250 kilowatts à 130 volts; les deux autres, de même puissance, ne comportent qu'une seule dynamo à 250 volts. L'emplacement disponible permettra l'installation de nouveaux groupes doublant la puissance de la station.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution est monté à l'extrémité de la salle des machines sur plusieurs étages. A l'étage supérieur se trouvent : les appareils à 5500 volts des arrivées des câbles armés triconcentriques amenant les courants de l'usine du cap Pinède; une série de pupitres pour la commande des moteurs synchrones; un tableau vertical pour les génératrices; enfin, derrière celui-ci, un tableau vertical pour les départs. A l'étage situé au-dessous se trouvent les interrupteurs et démarreurs des moteurs; des bobines de self-induction sont disposées sur les stators pour éviter sous-tension brusque; elles sont enlevées pendant la période de démarrage. En sous-sol se trouve le poste de couplage des câbles.

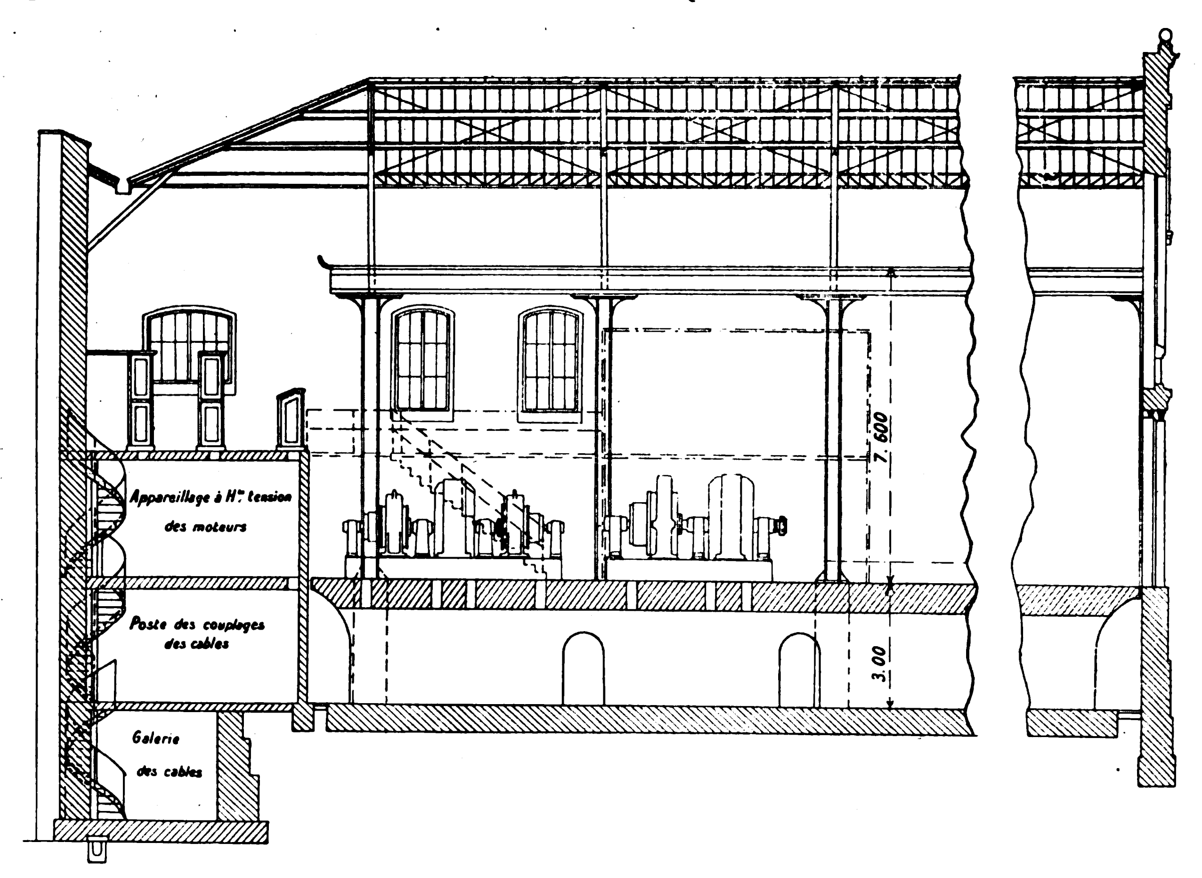
La tension du courant continu est réglée par des régulateurs automatiques Thury commandés par un des fils pilotes.

ALTERNATEURS.

Les progrès modernes dans la construction des alternateurs monophasés, par W.-L. WATERS. Communication présentée le 29 juin 1908, à l'American Institute of electrical Engineers (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVII, mai 1908, p. 579-586). — L'adoption du courant monophasé pour la traction a déterminé une forte demande d'alternateurs monophasés puissants, à grande vitesse et à faible fréquence. La construction de ces machines a fait naître des difficultés spéciales qui sont dues presque entièrement, pour les fréquences 15 et 25, à la grandeur du pas polaire et à la forte réaction d'induit qu'il faut adopter. Ainsi un alternateur monophasé, défini par les caractères suivants : 500 kilowatts, 60 périodes, 72 pôles, aurait un pas polaire d'environ 18cm, tandis qu'un alternateur bipolaire fournissant 6000 kilowatts à 15 périodes aura un pas polaire d'environ 300cm. On voit que ces machines seront de construction radicalement différente.

Les difficultés que présente la construction des alternateurs monophasés à grand pas polaire sont dues à deux causes :

1° Pulsation de la réaction d'induit;



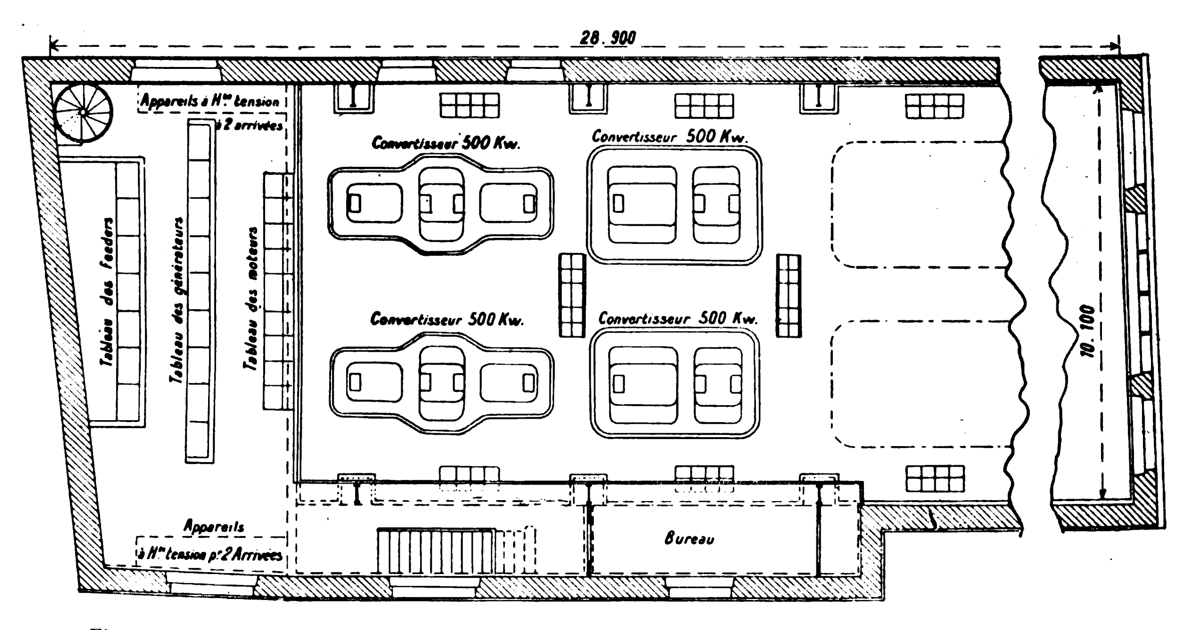


Fig. 1 et 2. — Coupe longitudinale et plan de la station de transformation de la rue de Mazagran, de la Société d'Électricité de Marseille.

2° Efforts mécaniques sur les connexions terminales des bobines induites.

La pulsation de la réaction d'induit donne lieu à des pertes par hystérésis et courants de Foucault dans toute la machine, pertes qui produisent souvent un échauffement excessif et abaissent le rendement. Les efforts mécaniques sur les connexions des bobines induites donnent lieu à des vibrations et à des déformations des enroulements, et par suite endommagent souvent les isolants et peuvent détruire complètement les bobines. Ces efforts, ainsi que les pertes dues à la pulsation de la réaction d'induit, croissent à peu près proportionnellement au carré du pas polaire dans les alternateurs de construction normale ; aussi leurs effets, qui étaient négligeables dans les anciens alternateurs monophasés, à pas polaire faible, sont devenus très sérieux dans les alternateurs modernes entraînés par turbines.

Pertes dues à la pulsation de la réaction d'induit. — Dans un alternateur polyphasé, le courant d'armature produit un flux magnétique qui tourne en synchronisme avec les pôles inducteurs ; ce flux, d'intensité pratiquement constante, ne cause qu'une perte très faible dans le fer. Mais le courant d'armature d'un alternateur monophasé produit un flux alternatif fixe dans l'espace, qui donne lieu à des pertes par hystérésis et courants de Foucault dans tout le circuit magnétique.

On peut évaluer de plusieurs manières l'ensemble des pertes dans le fer de l'induit et des inducteurs. Pour un courant efficace normal dans l'induit, on peut mesurer le supplément de puissance nécessaire pour faire tourner l'inducteur dans le champ ainsi produit :

1° En envoyant du courant continu dans l'induit;

2° En envoyant dans l'induit un courant alternatif de fréquence synchrone à la rotation des inducteurs;

3° En mettant l'induit en court-circuit et en excitant les inducteurs;

4° En laissant l'inducteur immobile, en envoyant un courant alternatif de fréquence normale dans l'induit et en mesurant les pertes avec un wattmètre.

Ces méthodes ne donnent qu'une évaluation de la grandeur des pertes. Avec la quatrième, on a l'avantage de pouvoir faire varier la position relative du flux de réaction d'induit et des pièces polaires, et de pouvoir ainsi étudier la variation des pertes en fonction du facteur de puissance de la charge, dans un alternateur monophasé.

Il n'y a que deux méthodes exactes pour mesurer ces pertes : un essai de rendement sur un groupe moteur-génératrice, ou une comparaison entre l'élévation de température à pleine charge et celle qu'on obtient avec les pertes connues. Mais ces essais sont difficiles à faire exactement, surtout sur une grande machine, et sans doute, en pratique, ne donneraient pas de résultats plus approchés que les précédents.

Amortisseurs dans les pièces polaires. — Les pertes causées par les pulsations du flux dans le circuit magnétique sont dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault. Le rapport de grandeur de ces deux pertes dépend de la quantité de métal plein qui entre dans le circuit magnétique. Si tout le circuit est feuilleté, presque toute la perte est due à l'hystérésis. Si au contraire les pôles sont en acier plein, ils sont le siège de courants de Foucault qui amortissent en partie les pulsations du flux et diminuent la perte hystérétique; mais alors les pertes par courants de Foucault s'ajoutent à celle-ci. En plaçant un fort amortisseur en cuivre dans le circuit magnétique, on ménage aux courants de Foucault un circuit de faible résistance, de sorte que le flux alternatif et la perte hystérétique qu'il engendre seront réduits pratiquement à zéro, tandis que la perte par courants de Foucault sera négligeable en raison de la faible résistance de l'amortisseur. En changeant l'épaisseur des tôles dans les pôles laminés, ou en adoptant des pôles pleins avec amortisseurs, on peut, dans chaque type de machine, faire varier les pertes selon l'intensité plus ou moins grande des courants de Foucault. On constate ordinairement que les pertes sont maxima avec des tôles épaisses ou des pôles pleins, qu'elles sont moindres avec des tôles minces, et pratiquement nulles lorsqu'on emploie des amortisseurs de faible résistance avec des pôles laminés ou pleins.

On donne généralement à l'amortisseur une forme semblable à celle du secondaire en cage d'écureuil d'un moteur asynchrone. De fortes barres de cuivre sont encastrées dans les pièces polaires par des queues d'aronde et mises en court-circuit à leurs extrémités par des bagues ou des disques de cuivre.

On peut considérer autrement la question des pertes dues à la pulsation de la réaction d'induit dans un alternateur monophasé. Le champ alternatif équivaut à deux champs tournants ayant chacun pour valeur la moitié du maximum du premier, l'un tournant à la même vitesse et dans le même sens que l'inducteur de l'alternateur, l'autre tournant à la même vitesse, mais dans le sens opposé. C'est ce second flux qui donne lieu à des pertes par hystérésis et courants de Foucault. Un amortisseur en cage d'écureuil entourant les pôles inducteurs se comporte par rapport à ce flux comme le secondaire en court-circuit d'un moteur asynchrone ou d'un transformateur : le courant qui y est induit produit à son tour un champ qui neutralise le flux tournant. Les pertes magnétiques sont ainsi éliminées ; il ne reste plus que la perte due au courant qui circule dans l'amortisseur, perte qui sera négligeable si cet amortisseur est de résistance suffisamment faible.

La Table ci-dessous indique les pertes et les élévations de température à pleine charge dans trois turbo-alternateurs monophasés, bipolaires, à la fréquence 25, avec et sans amortisseurs. Les pertes sont exprimées en pour 100 de la puissance normale.

		Sans amortisseurs.		Avec amortisseurs.	
Puissance.	Inducteur.	Pertes.	Température.	Pertes.	Température.
kw					
750.....	Plein.	3,75	95° C.	0,8	34° C.
1000.....	»	3	122	0,5	37
1000.....	Laminé.	3,8	150	0,3	18

Des essais effectués sur de plus fortes machines ayant jusqu'à 6000 kilowatts de puissance ont montré que l'amélioration due aux amortisseurs est encore plus remarquable que pour les machines de dimensions moindres.

8....

Efforts mécaniques sur les bobines induites. — On sait depuis longtemps que dans les dynamos à courant continu exposées à de brusques variations de charge et à des courts-circuits il est nécessaire de fretter les connexions terminales des bobines induites. Mais jusqu'à ces derniers temps les bobines induites des alternateurs étaient rarement munies de consolidations supplémentaires. En effet, le courant de court-circuit permanent d'un alternateur n'étant qu'environ deux ou trois fois plus grand que le courant normal, l'effort exercé sur les bobines de faible pas polaire généralement en usage n'était pas considéré comme assez violent pour causer des dommages. Mais, récemment, l'expérience a démontré que la consolidation des bobines est nécessaire dans les alternateurs de grand pas polaire, surtout dans ceux qui alimentent des réseaux de traction, en raison de la fréquence des courts-circuits.

Lorsqu'un alternateur est mis brusquement en court-circuit, la première onde de courant n'est limitée que par la self-induction. Dans le cas d'un alternateur de self-induction très faible, l'intensité de cette première onde est 15 à 20 fois celle du courant normal de pleine charge. L'effort mécanique sur les connexions terminales, variant comme le carré du courant, est donc à ce moment 200 à 400 fois l'effort normal. Un alternateur monophasé bipolaire de 6000 kilowatts à 25 périodes aura un pas polaire d'environ $2^m,50$, et la longueur de la connexion à l'extrémité d'une bobine induite sera d'environ $4^m,50$. On trouve que l'effort mécanique exercé sur la connexion à une extrémité d'une bobine induite en cas de court-circuit brusque est d'environ 5^t. On voit donc la nécessité de supports solides pour ces bobines. On est dans l'obligation de les faire en métal et de leur donner une forte section, en les revêtant d'un isolement approprié à la tension totale de la machine. L'auteur donne la photographie d'un de ces supports, en bronze et de forte section; il se met en place après le montage de l'enroulement et peut s'enlever en quelques minutes.

P. L.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

La houille verte dans les usines industrielles hydrauliques de la région normande. — La seconde partie de l'Ouvrage *La Houille verte* (1) est consacrée à la statistique des exemples hydro-électriques de huit départements du nord-ouest de la France. J'avais classé les plus intéressants d'entre eux en trois catégories (distributions publiques, — usages chez un propriétaire, — transports particuliers industriels ou utilisations de l'énergie électrique pour l'industrie elle-même). Puis j'avais réuni dans une Table détaillée (2) par départements et par industries les usines hydrauliques qui s'éclairent déjà à l'électricité, grâce à leur roue ou à leur turbine, secondée ou non par un moteur de secours quelconque (vapeur, gaz pauvre, pétrole, etc.). Ces statistiques étaient établies d'après le grand recensement industriel de la France de 1900, complété par une enquête spéciale à cette région, due en 1903 à l'initiative de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles (Ministère de l'Agriculture), en vue d'une carte murale, dressée sous son contrôle, qui fut exposée à Liége en 1905 (classe 38, groupe 7).

La carte de cette région, mise à jour par mes soins, figure également à l'Exposition internationale d'Électricité de Marseille (Palais de l'Agriculture). Elle porte bien le titre de *Houille verte*, et voisine avec les documents exposés par les missions des Alpes et des Pyrénées.

En effet, depuis cette époque de 1903, le Service de la Statistique générale de la France, dépendant du nouveau Ministère du Travail, a, suivant le même procédé, fait exécuter en 1905 le recensement de toutes les usines de France.

J'avais donc entre les mains les éléments voulus pour mettre à jour mes statistiques, aussi bien pour les trois catégories désignées ci-dessus que pour la Table à annexe des usines hydrauliques *éclairées à l'électricité*, dont il vient également d'être question.

Si le groupe des usines plus spécialement hydro-électriques accusait déjà un supplément de 17 cas intéressants (différence précise entre les 74 installations décrites dans mon Ouvrage et les 91 portées sur la carte exposée à Marseille), le groupe des usines industrielles passait de 254 à 362 *rien qu'en ces deux années* (1903-1905). On peut apprécier, du reste, le progrès réalisé dans cette voie, puisque nous le rendons bien apparent par le Tableau qui va suivre. Et depuis 1905, dira-t-on peut-être? Mais c'est là une conséquence inévitable de toutes les statistiques; pendant qu'on les recueille, qu'on les centralise, qu'on les dépouille, des changements se font journellement. Malgré ce défaut, elles sont toujours précieuses, et les résultats en sont instructifs à approfondir; dans le cas présent, indépendamment de la signification favorable aux usages hydrauliques, il en résulte une conséquence sociale qu'il est intéressant de relever.

Sans porter ombrage aux grandes industries, on peut envisager dans la progression signalée ci-dessus le maintien probable de beaucoup de petites industries familiales. Au point de vue du fini du travail lui-même, quelle que soit l'industrie exercée, l'avantage d'un éclairage propre, rapidement fourni, tout au moins égal à la lumière du jour, dans tous les ateliers d'une usine, escaliers, magasins, cours, etc., est à peine discutable. Et ceci s'entend aussi bien aux nombreux étages d'une minoterie, puisque, dans la contrée riche et fertile dont je me suis occupé, ce fut et c'est encore le principal des usages hydrauliques : le Tableau le prouve bien.

Table par départements et par industries.

	Jusqu'en 1903.	De 1903 à 1905.	Total.
Dans l'Orne.			
Moulins à céréales	11	2	13
Filatures et tissages	12	2	14
Papeteries	2	»	2

(1) *Voir* l'article bibliographique de *La Revue électrique* du 30 octobre 1906.

(2) Pages 268 à 270.

	Jusqu'en 1903.	De 1903 à 1905.	Total.
Dans l'Orne (suite).			
Tréfilerie	1	»	1
Scieries	1	1	2
Fabrique de perles	1	»	1
Tissage d'amiante	»	1	1
	26	6	34
En Eure-et-Loir.			
Moulins à céréales	11	6	17
Laiteries	2	»	2
Fabrique de liqueurs	1	»	1
Scierie	1	»	1
Moulin à tan	1	»	1
Fabrique de chaux et ciment	1	»	1
Fabrique de peignes	1	»	1
Atelier de confection pour dames	1	»	1
Tréfilerie-bijouterie	1	»	1
Imprimerie lithographique	1	»	1
Canelage de cylindres pour minoteries.	»	1	1
	21	7	28
Dans la Sarthe.			
Moulins à céréales	10	6	16
Filatures et tissages	2	1	3
Papeteries	4	»	4
Tannerie	1	»	1
Scierie	»	1	1
	18	9	27
Dans la Mayenne.			
Moulins à céréales	8	»	8
Filatures et tissages	3	»	3
Bonneterie	1	»	1
Scieries	2	»	2
Tannerie	1	»	1
Fonderies	2	»	2
Tissage d'amiante	1	»	1
Laboratoires industriels	2	»	2
Fabrique de gélatine	»	1	1
	21	1	22
En Maine-et-Loire (partie au nord de la Loire).			
Moulins à céréales	4	»	4
Papeterie	1	»	1
Fabrique d'accumulateurs	1	»	1
Fabrique de moteurs pour automobiles.	1	»	1
Fabrique de canots automobiles	1	»	»
	8	»	8
Dans la Manche.			
Moulins à céréales	11	6	17
Filatures et tissages	4	»	4
Moulin à foulon	1	»	1
Scieries	2	»	2
Fabrique de lanternes vénitiennes	1	»	1
Fabriques de couverts	1	1	2
Moulin à tan	»	1	1
Fabriques de galoches	»	1	1
	20	9	29
Dans le Calvados.			
Moulins à céréales	7	13	20
Filatures et tissages	16	6	22
Fabriques de drap	2	»	2
Bonneteries	2	1	3
Cidreries	3	»	3
Laiteries-fromageries	2	2	4
Scieries	3	1	4
Scierie de granite	1	»	1

	Jusqu'en 1903.	De 1903 à 1905.	Total.
Dans le Calvados (suite).			
Papeterie	1	»	1
Ferronneries	3	»	3
Fabrique de meubles	»	1	1
	41	24	65
Dans l'Eure.			
Moulins à céréales	25	13	38
Laiteries-beurreries	2	1	3
Fabrique de pâtes pour oiseaux	1	»	1
Filatures et tissages	18	16	34
Fabriques de drap	10	5	15
Filatures de mèches	3	»	3
Fabrique de toiles cirées	1	»	1
Fabriques de feutre	1	1	2
Bonneterie	1	»	»
Fabrique de caoutchouc	1	»	1
Fabriques de lacets de chaussure	2	»	2
Fabriques de peignes	4	1	5
Fabrique d'instruments de musique	1	»	»
Fabriques de jouets	1	1	2
Papeteries	3	»	3
Imprimerie lithographique	1	»	1
Scieries	3	1	4
Moulins à son	1	1	2
Tanneries	2	1	3
Fabrique de fibres de bois	1	1	2
Verrerie	1	»	1
Fonderies et tréfileries	5	2	7
Fonderie de cloches	1	»	1
Quincailleries	3	5	8
Tréfilerie or et argent	1	»	1
Fabrique de jantes de bicyclettes	1	1	2
Fabrique de cafetières et nickelage	1	»	1
Fabrique d'instruments agricoles	1	»	1
Fabrique de métiers de dentelles	1	»	1
Fabrique de pansements	»	1	1
Fabrique de baleines	»	1	1
	97	52	149

Tableau récapitulatif.

Orne	28	6	34
Eure-et-Loir	21	7	28
Sarthe	18	9	27
Mayenne	21	1	22
Maine-et-Loire (moitié)	8	»	8
Manche	20	9	29
Calvados	41	24	65
Eure	97	52	149
	254	108	362

Mais n'oublions pas qu'une fois le travail terminé, le patron et parfois ses aides, logés dans les bâtiments annexes de la petite usine, se retirent dans leurs ménages, et la lumière, devenue inutile à l'atelier, les y suit en quelque sorte. Le moteur hydraulique suffit presque toujours seul à cette besogne annexe; remarquons même que, dans le cas spécial ici de la « houille verte » les forts débits de l'hiver correspondent avec les jours les plus courts, ce qui est une grande facilité pour l'éclairage. On peut même dire que les mines hydrauliques de ces contrées utilisent alors un supplément d'énergie sur lequel l'industrie exercée, basée sur une moyenne, n'avait pas dû tabler.

Henri Bresson.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX.

Emplois du courant de jour. Applications agricoles (Rapport présenté à la Commission technique du Syndicat professionnel des Usines d'électricité). — Depuis longtemps déjà, des transports d'énergie électrique ont été installés pour l'agriculture dans de grands ou moyens domaines, en particulier en Allemagne; mais on n'aurait pu prévoir, il y a quelques années, qu'il pût y avoir là une question de première importance pour les stations centrales. Quelques petites usines, en effet, avaient bien été fondées, mues au moyen de la force hydraulique ou de la vapeur et desservant des groupes de fermes ou de villages; mais on ne prévoyait pas que l'on pût en venir à considérer les emplois agricoles de l'électricité comme capables de fournir, au même titre que les emplois industriels, une clientèle très intéressante pour les stations centrales, et qui, par son coefficient d'utilisation élevé et son horaire presque entièrement diurne, pourrait contribuer à abaisser le prix moyen de production du kilowatt-heure à l'usine.

Les progrès obtenus dans l'application des hautes tensions ont permis de créer de vastes réseaux de distribution pouvant desservir jusqu'aux plus petites communes. Ces réseaux, jusqu'à présent, ont été établis ou projetés dans les départements qui sont dans le rayon d'action des grandes chutes d'eau, ou bien dans ceux pour qui le voisinage des mines de charbon ou celui de très grandes villes peuvent justifier la création d'usines à vapeur à très grosses unités et par suite à faible prix de revient. Cependant, il ne nous semble pas déraisonnable d'espérer qu'avec de nouveaux progrès techniques et surtout avec les changements économiques qu'amèneront l'expiration des concessions gazières, ou mieux l'entente avec elles, dans les villes de petite et moyenne importance, on puisse concevoir, dans un avenir plus ou moins éloigné, toute une série de vastes réseaux allant porter la vie et le progrès jusque dans nos campagnes les plus reculées.

Nous pensons donc que ce Chapitre des emplois du courant de jour peut, dès maintenant, présenter un certain intérêt. Il ne sera malheureusement qu'une ébauche que l'expérience permettra de compléter dans l'avenir. Nous allons donc examiner les différents genres de travaux agricoles qui sont accomplis ou pourront être accomplis avec l'aide de l'énergie électrique.

Battage et nettoyage du grain. — Cette application est de beaucoup la plus intéressante, parce qu'elle est la plus répandue. Il n'est pour ainsi dire pas de région en France où l'on ne se livre à la culture des céréales; presque plus de ferme, grande ou petite, où la batteuse ne soit employée; cette dernière est mue dans les petites et moyennes exploitations, et même encore dans beaucoup de fermes importantes, au moyen de manèges à chevaux ou de trépigneuses. La plupart des grandes exploitations battent à l'intérieur de la ferme en actionnant la batteuse, le nettoyeur et, s'il y a lieu, les élévateurs de grain par un moteur fixe à vapeur ou à pétrole; depuis quelque temps on voit même apparaître dans certaines régions le moteur à gaz pauvre. D'autres font leur battage aux champs en se servant de locomobiles. Les petites et moyennes exploitations ont souvent recours à des entrepreneurs de battage ou se réunissent en syndicats agricoles; toutes les récoltes sont alors battues par une seule machine appartenant au syndicat; dans l'un ou l'autre cas le battage se fait aux champs.

Si l'on se sert de l'énergie électrique pour la commande des machines à battre, on pourra donc avoir deux cas à envisager : dans le premier cas, un moteur fixe commande la batteuse, le nettoyeur et les élévateurs; dans le second cas, la machine à battre doit être transportée aux champs, ou même, pour de grandes exploitations, dans les différentes granges ou hangars où la récolte emmagasinée est battue sur place.

Dans ce cas, le moteur peut être, comme on le fait en général en Allemagne, transporté sur un chariot comme l'était la locomobile, ce qui permet de s'en servir au besoin pour d'autres usages, mais a l'inconvénient d'exiger qu'on dégauchisse le moteur et la batteuse chaque fois qu'on change de place. Le nombre de jours de battage est assez important (deux cents par an, en moyenne) et le prix du moteur électrique assez peu élevé pour qu'il semble préférable, ainsi que nous l'avons vu faire dans les exploitations françaises, de placer le moteur à demeure sur la batteuse qu'il commande au moyen d'une courte courroie; il faut éviter l'attaque directe, car le couple résistant a des variations très importantes et très brusques.

Les différents points de battage, granges, hangars, emplacements aux champs, où se font ordinairement les meules, sont reliés au centre de distribution par des lignes fixes portant de place en place des prises de courant; le moteur est muni d'un câble souple qui atteint dans certaines exploitations allemandes une longueur de 300^{m}, ce qui permet, comme on le voit, de réduire considérablement le nombre de lignes fixes et de prises de courant.

Les moteurs employés sont des moteurs de 3 kilowatts environ pour les petites batteuses, 5 à 6 kilowatts pour les batteuses ordinaires, 10 à 15 kilowatts pour

les machines à grand travail employées dans certaines exploitations très importantes ou par les entrepreneurs de battage.

Les avantages de l'emploi de l'énergie électrique sont les suivants :

1° Suppression de la main-d'œuvre et de la surveillance nécessitées par tous les autres genres de moteur;

2° Disparition complète des chances d'incendie;

3° La très grande souplesse du moteur pour une machine à efforts extrêmement variables, ce qui permet une vitesse plus régulière et se traduit par une augmentation de travail, toutes choses égales d'ailleurs, de 10 à 15 pour 100; ce chiffre, indiqué par les constructeurs allemands, nous a été confirmé par les agriculteurs employant des transports d'énergie électrique dont nous avons pu visiter les exploitations.

Enfin, au point de vue du prix de revient, nous avons pu recueillir les renseignements suivants : une machine à grand travail (moteur de 12 à 15 kilowatts) a une consommation horaire de 3,9 kilowatts-heure, une autre machine ordinaire (moteur de 6 kilowatts) absorbe par heure 1,5 kilowatt-heure; ces chiffres peuvent sembler faibles par rapport à la puissance maximum du moteur, mais il ne faut pas oublier que les efforts résistants de la machine sont extrêmement variables; que, grâce à sa grande souplesse, la consommation du moteur électrique est presque proportionnelle à l'effort qui lui est demandé; enfin que la puissance du moteur doit être assez élevée pour pouvoir vaincre les efforts résistants exceptionnels dus au bourrage de la machine lorsqu'on engrène une trop grande quantité de paille à la fois ou que cette paille se trouve former des parties entremêlées.

Nous croyons intéressant de donner en regard les prix de revient, par journée moyenne de 10 heures, pour les autres genres de moteur actionnant une machine battant de 800 à 1000 gerbes par jour (gerbes faites à la main et pesant 12^{kg} à 15^{kg}). Ce type de machine est celui qui est employé habituellement dans les fermes de 150^{ha} à 300^{ha}, c'est-à-dire dans les exploitations qu'on rencontre le plus communément en Beauce, dans l'Ile-de-France, la Picardie, dans une partie de l'Est et dans le nord de la France. Une enquête faite dans un grand nombre d'exploitations, dont on nous a fourni les éléments et que nous avons pu vérifier et compléter nous-mêmes, nous a donné les résultats suivants comme prix moyen de la journée de travail comprenant la consommation en charbon ou pétrole, l'intérêt et l'amortissement du prix d'achat, ainsi que les frais d'entretien du moteur:

Manège à chevaux..........	15^{fr}
Machine à vapeur...........	7,50
Moteur à pétrole lampant....	8,25

Les moteurs à gaz pauvre ne sont pas employés depuis assez longtemps pour que nous ayons pu avoir des renseignements suffisants sur les frais d'amortissement et d'entretien; ces frais seront, croyons-nous, très élevés dans les fermes où la conduite de ces appareils est souvent confiée à des hommes inexpérimentés et où l'on marche parfois longtemps dans de mauvaises conditions, faute d'avoir à proximité un mécanicien capable de faire convenablement les petites réparations dès qu'elles sont nécessaires; nous serions fort étonnés que, malgré la faible consommation en combustible de ces appareils, ils n'arrivent pas à atteindre un prix de revient, tous frais compris, très peu inférieur à celui de la machine à vapeur.

Pour comparer ces chiffres avec ceux qui sont applicables au moteur électrique de 5 à 6 kilowatts, il ne faut pas oublier qu'il n'y a à compter, en plus de la consommation d'énergie électrique, que l'intérêt et l'amortissement d'un moteur de prix relativement minime; l'entretien est insignifiant, et la main-d'œuvre nulle; d'autre part, il faut tenir compte que la quantité de gerbes battues est augmentée de 10 à 15 pour 100.

On voit qu'avec les prix de vente pratiqués, dès maintenant, l'emploi de l'énergie électrique est non seulement le plus commode et le plus agréable, mais encore le moins coûteux.

Machines servant a la préparation de la nourriture des animaux. Machines diverses. — Dans la plupart des fermes où le battage est fait en grange avec un moteur fixe, une partie des machines est commandée par la même transmission, d'autres sont mues à bras d'homme, et il est facile de comprendre que, dans l'un et l'autre cas, il y a économie notable dans l'emploi de l'énergie électrique, par la suppression des transmissions et la diminution de la main-d'œuvre; d'autre part, on aura ainsi la facilité de laisser chaque machine à sa place normale, d'où économie de transport de matières. Chaque appareil sera actionné soit par un petit moteur indépendant, soit par le même moteur, facilement transportable, amené à bras d'homme là où son emploi est nécessaire et relié à une prise de courant. Certains agriculteurs préfèrent la seconde méthode, qui diminue les frais de premier établissement. D'autres nous font observer que la facilité de réserver tous les travaux intérieurs pour les jours de pluie leur faisait préférer la première, et que l'augmentation de frais de premier établissement était ainsi plus que compensée par la diminution de la main-d'œuvre.

Les machines principales qui peuvent ainsi être mues au moyen du moteur électrique et la puissance qui leur est nécessaire sont :

Hache-fourrage.........	1,5 à 3 kilowatts,
Petit tarare.............	0,5 »
Aplatisseur de grains....	1,5 à 3,5 »
Coupe-racines..........	1,5 à 2,5 »
Monte-fourrages........	0,5 à 1 »
Monte-sacs.............	1,5 »

Pour la laiterie, on emploiera une écrémeuse centrifuge, une baratte, un pétrisseur à beurre et même, au besoin, un appareil réfrigérant, le tout commandé par un seul moteur de 2 à 3 kilowatts. Citons encore : les trieurs de semences, les concasseurs d'engrais, les broyeurs de tourteaux, les laveurs de racines, les tondeuses flexibles pour les chevaux et les moutons, et tous les appareils mus habituellement à bras d'homme qui donnent ainsi, avec moins de frais et de fatigue, une plus grande quantité de travail.

Pompes. — Cette utilisation de l'énergie électrique est encore une de celles sur lesquelles les stations centrales peuvent fonder le plus d'espérances. Chaque ferme possède toujours un ou plusieurs puits pour ses propres besoins; mais, en outre, presque tous les villages agricoles tendent actuellement à établir une distribution d'eau provenant d'un puits communal. A titre d'indication de l'importance de cette application, nous citerons l'exemple de deux villages agricoles possédant une distribution d'eau. Le premier a une population mixte agricole et bourgeoise de 1200 habitants et comprend cinq grandes fermes de 200^{ha} au moins chacune; la pompe, mue par un moteur à vapeur de 6 chevaux, élève 130^{m^3} d'eau par jour; la durée du travail est de 10 heures par jour et de 180 jours par an. Le second a une population exclusivement agricole de 450 habitants agglomérée autour de trois grandes fermes; un moteur à pétrole lampant de 5 chevaux élève 35^{m^3} d'eau par jour; la durée de travail est de 6 heures tous les deux jours, soit environ 1100 heures par an. En échange de tarifs spéciaux, les communes pourraient très facilement s'astreindre à n'effectuer le travail d'élévation d'eau que pendant les heures du jour.

Des renseignements qui nous ont été fournis par la Compagnie du Sud-Électrique il résulte que, partout où le remplacement de moteurs à vapeur par des moteurs électriques a été effectué pour la manœuvre de pompes, l'économie n'a jamais été inférieure à 30 pour 100.

L'emploi des pompes centrifuges pour les irrigations est très important dans certaines régions; dans certains pays de vignobles, les immersions exigent généralement 40 jours de marche continue pour maintenir le plein d'eau.

Pour terminer cette énumération, nous citerons encore les pompes à purin employées dans toutes les fermes et les petits groupes portatifs moteur et pompe placés sur un chariot à main et servant à la culture maraîchère ou dans les propriétés privées pour l'arrosage des jardins.

Fabrication des boissons. — Pour la fabrication du cidre et du vin, l'énergie électrique trouve encore son emploi; les coupe-pommes peuvent être mus par un moteur de 0,5 à 0,75 kilowatt. On emploie pour le travail des raisins des installations telles que celle dont nous allons donner la description et qui comporte pour la fabrication de 200 à 300 pièces de vin les appareils suivants : Un égrappoir sépare le grain de la grappe; le grain et le jus tombent dans une fosse où ils sont puisés, d'une part, par une chaîne à godets verticale, montant à 5^m de hauteur et, d'autre part, par une pompe centrifuge, pour être envoyés dans les cuves. L'égrappoir absorbe 1 à 1,2 kilowatt; l'élévateur, 0,8; la pompe, 1,5. Les trois appareils ne marchent jamais en même temps et un moteur de 2 kilowatts est suffisant pour actionner toute la transmission.

Enfin, pour le transvasement des vins, des pompes mues par des moteurs agricoles servent dans les exploitations agricoles et, dans les gares, pour le remplissage des wagons-foudres.

Labourage électrique. — Depuis longtemps le labourage électrique est employé en Allemagne, où la grande importance des domaines et le peu de relief du terrain en facilitent l'emploi. Voici la description d'un appareil construit par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft : l'appareil comprend un chariot à treuil sur lequel est monté tout l'équipement électrique, un chariot d'ancrage avec crochets de fixation, la charrue proprement dite, le câble de la charrue.

Le chariot à treuil porte le moteur qui actionne un train d'engrenages le reliant à volonté, au moyen d'embrayages, soit au tambour tirant sur le treuil, soit aux roues motrices du chariot, lorsqu'il faut le déplacer. Ce chariot, placé du côté de la canalisation fixe, y est relié par un câble souple et une prise de courant. Le chariot d'ancrage est placé en face du chariot à treuil et fixé par des roues à dents et des plaques d'ancrage; son mouvement de translation se fait automatiquement par l'action du câble de traction agissant sur le tambour. Avec un câble souple de 500^m et une corde de traction pour la charrue de 500^m également, on peut labourer une surface de 100^{ha} ayant la forme d'un carré tangent à un cercle de 500^m de rayon décrit autour de la prise de courant.

La machine comporte un moteur de 40, 60 ou 75 chevaux, le moteur doit être alimenté par du courant continu ou triphasé à 500 volts ; dans le second cas, le courant est amené à haute tension et transformé sur l'appareil même.

On peut tracer des sillons jusqu'à $0^m,22$ de profondeur en parcourant le champ dans les deux sens et jusqu'à $0^m,38$ dans un seul sens.

Transport des matières. — Il existe également en Allemagne des exemples de transport de betteraves, de grains ou de fourrages par voie Decauville, avec prise de courant à archet sur un trôlet. Ce genre d'application pourrait devenir très intéressant pour les grandes exploitations ou les groupes d'exploitations moyennes.

Industries agricoles. — Nous ne voulons pas étendre outre mesure cette étude par la description des emplois de l'énergie électrique dans les industries agricoles : sucreries, distilleries, féculeries, minoteries, etc. Nous nous contenterons de signaler tout l'intérêt qu'il pourrait y avoir pour ces industries, placées souvent à une certaine distance des voies ferrées et pour lesquelles les frais de transport du charbon sont élevés, à disposer d'énergie électrique qui serait très vraisemblablement d'un emploi très économique ; en effet, les appareils employés, laveurs, coupe-racines, pompes, turbines, etc., ne marchent que d'une façon intermittente avec des efforts résistants très variables; ils exigent la marche continue de transmissions longues et lourdes qui absorbent la plus grande partie de l'énergie produite par la machine à vapeur, et nous ne pensons pas qu'il soit impossible d'espérer arriver à une économie notable par l'emploi de l'énergie électrique venant d'une source étrangère à l'usine. De plus, bien que cette considération ne se rapporte pas au sujet de cette étude, nous ne croyons pas inutile de rappeler que ces industries qui marchent d'une façon continue pendant au moins 4 ou 5 mois d'hiver peuvent être d'excellents consommateurs de lumière.

Telles sont actuellement les principales applications agricoles de l'énergie électrique; on voit qu'elles peuvent être déjà nombreuses; d'ici quelques années l'expérience des réseaux qui n'ont pas craint d'aller chercher leur clientèle dans les campagnes montrera, nous en sommes certain, tout l'intérêt de cette question; nous espérons que le développement de ces applications sera rapide, pour le plus grand bien des agriculteurs et des producteurs d'énergie électrique.

E. Cousin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LIGNES ET RÉSEAUX.

Conservation des poteaux en bois. — Dans son numéro du 19 septembre le *Génie civil* résume une longue série d'essais commencés il y a 5 ans par M. E. Henry, professeur à l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy, en vue de reconnaître la valeur des nombreux antiseptiques qui ont été préconisés pour la conservation des bois. Les premiers résultats de ces essais viennent d'être publiés, et, bien qu'ils ne se rapportent pas spécialement à la conservation des poteaux utilisés dans l'établissement des lignes de transmission, ils fournissent des renseignements intéressants sur la manière dont il conviendrait de traiter la partie inférieure de ces poteaux pour retarder la pourriture au ras du sol et par suite augmenter notablement la durée normale de ces poteaux.

Les essais de M. Henry ont porté sur huit antiseptiques : 1° le carbolinéum d'Avénarius; 2° le carbolinéum marque du Lion, souvent employé à Nancy, qui est moins visqueux que le précédent; 3° le goudron d'usines à gaz; 4° le microsol, sorte de masse pâteuse, verte ou rouge brun, fabriquée en Allemagne, qu'on emploie en solution à 4 pour 100 et qui est formée de sulfate de cuivre (70 pour 100) et de matière organique; 5° le lysol, produit soluble dans l'eau, constitué par une solution de crésylol dans un savon alcalin; 6° l'antinonnine, pâte d'origine allemande qu'on emploie en solution à 2 pour 100 et qui est formée de dinitrocrésylate de potassium; 7° l'antigermine, pâte verte, plus fluide que la précédente, qui contient un dérivé de la créosote et qu'on utilise en solution à 2 ou 3 pour 100; 8° enfin l'acide fluorhydrique, qui jusqu'ici n'avait pas été essayé et qui fut employé sous forme d'une solution d'acide du commerce à 20 pour 100.

Les bois soumis aux essais sont le sapin, le hêtre, le peuplier, le pin d'Alep et le chêne, découpés en cubes rabotés de 15^{cm} de côté ou en rondelles de 15^{cm} à 18^{cm} de diamètre de 15^{cm} d'épaisseur. Tous ces bois ont été traités par immersion, le badigeonnage ne se prêtant à aucune régularité de traitement; l'immersion durait un jour (deux pour le lysol), les solutions étant chauffées à 60°.

Un certain nombre d'échantillons imprégnés ainsi que d'échantillons témoins furent enfouis dans du terreau ou du fumier, la section transversale supérieure restant en dehors de quelques centimètres et se trouvant par suite exposée aux intempéries. Au bout de 3 ans on examina comment ils s'étaient comportés et l'on mesura les variations de poids qu'ils avaient subies. Ces observations ont montré que les carbolinéums, le goudron et le microsol sont d'excellents préservateurs : le chêne, le pin d'Alep, le hêtre, le peuplier et le sapin sont aussi intacts après l'expérience qu'au début; par contre, le lysol, l'antinonnine et l'acide fluorhydrique n'exercent aucune action préservatrice. Les carbolinéums et le microsol pénètrent presque jusqu'au cœur; le goudron ne forme qu'un enduit de quelques millimètres d'épaisseur.

De l'ensemble de ces résultats M. Henry conclut qu'l convient de donner la préférence aux carbolinéums et au microsol. Ce dernier est d'ailleurs préférable dans certains cas, car il colore à peine le bois et celui-ci peut recevoir une couche de peinture, ce qu'on ne peut faire avec les bois imprégnés de carbolinéum, qui colore fortement le bois et finit par traverser la couche de peinture en donnant des taches brunâtres.

Réseaux de distribution de Marseille. — Ainsi que nous le disions dans le précédent numéro, l'énergie électrique est distribuée dans Marseille, pour l'éclairage et la force motrice, par deux Compagnies : la Société du Gaz et de l'Électricité et la Société d'Électricité. Nous avons déjà indiqué la constitution des réseaux de la première de ces compagnies; voici quelques indications sur les réseaux de la seconde :

Réseaux de la Société d'Électricité. — La Société d'Électricité exploite deux réseaux :

1° Un réseau continu à trois fils, entièrement souterrain, avec tension de 110 volts sur chaque pont, alimenté par la station de transformation de la rue de Mazagran par une série de feeders qui sortent de la station par un tunnel spécialement aménagé à cet effet. Un grand nombre de boîtes de coupures ont été réparties sur le réseau, de façon à réduire au minimum la longueur immobilisée lors des travaux d'entretien.

2° Un réseau triphasé à quatre fils, presque entièrement souterrain, sous la tension 110-190 volts et à la fréquence de 50 p : s. Il est alimenté par des feeders à 5500 volts partant de l'usine du cap Pinède et aboutissant à une série de kiosques de transformation. Ces kiosques sont séparés en deux parties par une cloison verticale : d'un côté se trouvent les arrivées de câbles à haute tension, ainsi que le ou les transformateurs dont la puissance varie de 15 à 100 kilowatts; de l'autre côté se trouvent les départs du réseau secondaire. Deux portes opposées donnent accès à l'intérieur des kiosques, de sorte qu'il est possible aux ouvriers chargés de l'entretien du réseau de faire les réparations ou les modifications exigées par le service sur le côté basse tension sans passer dans le voisinage des appareils à haute tension.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MACHINES DE MINES.

Machine d'extraction électrique du puits *Mauve* de la Société des Mines de Heinitz, à Beuthen (Haute-Silésie, Allemagne). — L'application du moteur électrique à la commande des machines d'extraction présente, comme on a pu le voir dans une série d'articles sur ce sujet publiés dans ce journal [1], des difficultés assez sérieuses provenant des énormes variations de puissance que nécessitent les conditions mêmes de l'extraction.

Aussi a-t-on cherché divers systèmes ayant pour but ou de diminuer l'importance de ces variations de puissance ou d'agir très rapidement sur le moteur à vapeur du groupe électrogène commandant la machine d'extraction de manière que la puissance motrice varie en même temps que la puissance résistante.

Machine d'extraction électrique du puits Mauve de la Société des Mines de Heinitz, à Beuthen (Haute-Silésie).

Parmi les systèmes de ce dernier genre prend place le système imaginé par la Société Brown, Boveri et Cie, système qui comporte l'emploi de turbines à vapeur

[1] Labrouste (P.), *Les machines d'extraction à commande électrique* (*La Revue électrique,* t. V, 1er semestre 1906, p. 97, 161, 206, 290, 335, 357).

Brown-Boveri-Parsons. Ce système va être appliqué à une importante installation commandée il y a quelque temps par la Société des Mines de la Mourière (Meurthe-et-Moselle). Une installation du même genre a été récemment mise en service, et bien que, comme on va le voir, elle n'ait pour le moment que la moitié de la puissance qu'elle aura définitivement, sa description succincte montrera le principe du système préconisé par la Société Brown, Boveri et Cie.

L'installation en question fonctionne au puits *Mauve* de la mine de Heinitz, à Beuthen (Haute-Silésie, Allemagne). La partie mécanique de la machine d'extraction est prévue pour extraire une charge utile de 7200kg de houille à une profondeur de 770m avec une vitesse de 10 m : s en faisant usage d'un câble de compensation. Pour le début, on n'a, toutefois, installé la partie électrique que pour une charge de 3600kg et une profondeur de 540m, la vitesse étant toujours de 10 m : s. Elle devra être doublée par la suite pour atteindre l'extraction maximum prévue.

Le principe du système consiste à placer à la station centrale une turbine à vapeur munie d'un bypass automatique. Cette turbine commande, par attaque directe, à la fois une génératrice à courant continu destiné à alimenter le moteur de la machine d'extraction et une génératrice destinée aux besoins généraux de la mine; dans le cas présent, cette dernière est une génératrice triphasée. Le moteur de la machine d'extraction est relié à la machine génératrice d'après le dispositif bien connu de « Léonard ».

La simplicité qui caractérise le système Brown, Boveri et Cie, grâce au nombre réduit de machines et d'appareils qu'il nécessite, conduit également à un meilleur rendement et à une plus grande rapidité de mise en service. Il est surtout à remarquer que, dans ce système, on évite la machine intermédiaire formant accumulateur d'énergie, grâce à l'adjonction d'un volant fort lourd, l'appoint d'énergie nécessaire pendant les pointes de charge étant fourni par le volant que forment naturellement l'eau et la vapeur emmagasinées dans les chaudières et les tuyauteries.

La turbine à vapeur de l'installation ci-dessus est construite pour de la vapeur à 9,5 kg : cm² et une température de 275° à l'admission; son échappement est relié à une condensation centrale qui doit fournir un vide de 90 pour 100.

La génératrice fournissant le courant à la machine d'extraction est munie d'un enroulement Déri, tel que la Société Brown, Boveri et Cie l'emploie depuis longtemps dans la construction de ses dynamos à courant continu accouplées avec des turbines à vapeur.

L'accouplement direct, avec la turbine, de cette dynamo génératrice et d'une autre génératrice destinée aux usages généraux constitue également un des traits caractéristiques du système Brown, Boveri et Cie et permet d'obtenir une marche très économique, car, pendant les arrêts de l'extraction, la consommation de vapeur de la turbine est transformée en travail utile et les variations proportionnelles de charge se trouvent diminuées.

En bout de l'axe est montée une excitatrice qui fournit le courant d'excitation à la dynamo, à l'alternateur et au moteur de la machine d'extraction.

Les connexions entre la station centrale et la machine d'extraction ont 155m de long. Elles sont exécutées en câble sous plomb armé dans la partie extérieure, tandis que les raccordements sont établis en barres de cuivre nu placées au sous-sol de la station génératrice et de la machine d'extraction.

La disposition générale de la machine d'extraction qui se voit à la figure ci-jointe est la suivante :

Le tambour Kœpe, construit par la Deutsch-Luxembourgische Bergwerks und Hütten A. G., a 8m de diamètre et fait, par conséquent, pour arriver à 10 m : s de vitesse de câble, 24 tours par minute. L'arbre, en acier, de ce tambour est creux; il tourne dans deux paliers robustes fixés, ainsi que les paliers extérieurs des moteurs, sur un châssis en fers assemblés.

Le tambour est destiné à être commandé directement, à chacune de ses extrémités, par un moteur électrique; mais, comme nous l'avons dit en commençant, la partie électrique n'existe actuellement que pour une extraction et une profondeur réduites. Aussi n'y a-t-il pour le moment qu'un seul moteur accouplé.

Le moteur est à 12 pôles à excitation dérivée et 12 pôles auxiliaires. Sa vitesse et son renversement de marche sont commandés par un levier de manœuvre qui permet de faire varier la tension du courant qui traverse l'induit du moteur entre + 500 volts et — 500 volts, en agissant sur le courant d'excitation de la génératrice.

A gauche du tambour Kœpe représenté sur la figure viendra s'accoupler le deuxième moteur électrique identique à celui existant, lorsque l'installation sera portée au maximum de production prévu. Cette adjonction entraînera également l'adjonction d'un nouveau groupe générateur avec turbine à vapeur à la station centrale.

Les machines seront alors reliées en série aussi bien à la station génératrice qu'aux moteurs, avec fil neutre intermédiaire de façon à éviter une tension supérieure à 500 volts par rapport à la terre.

DIVERS.

Dispositifs électriques de chargement des hauts fourneaux, par SCHIEBELER (*Stahl und Eisen*, 8 juillet 1908). — Dans cet article l'auteur décrit les divers appareils construits par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft pour la commande des moteurs électriques des monte-charges et des plans inclinés automatiques destinés au chargement des cloches de hauts fourneaux et des autres installations de leurs gueulards. Il examine successivement le cas où l'alimentation est faite en courant continu et en courant alternatif. Dans ce dernier cas il recommande l'emploi, à la place de deux moteurs série généralement utilisés avec le courant continu, de deux moteurs triphasés semblables dont l'un peut être disposé pour travailler comme frein sur le circuit de l'autre.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

DÉCHARGE DISRUPTIVE.

Sur une anomalie des étincelles courtes. — La loi des distances explosives en fonction des potentiels présente, pour les faibles distances, une anomalie qui ne paraît pas avoir été signalée jusqu'ici, bien qu'elle ait été observée à plusieurs reprises par les constructeurs de bobines et magnétos pour l'inflammation des moteurs à explosion.

Si l'on fait éclater l'étincelle d'une petite bobine d'induction entre deux pointes métalliques, de telle sorte qu'elle atteigne une longueur de 8^{mm} à 10^{mm}, on constate qu'en rapprochant les deux pointes les étincelles deviennent plus irrégulières et finalement cessent lorsque la distance descend au-dessous de 3^{mm} ; à partir de ce moment il faut amener les électrodes presque au contact pour voir reparaître les étincelles.

Ce phénomène m'avait été signalé il y a trois ans et j'avais essayé de l'étudier à l'aide des expériences suivantes, mais l'irrégularité des résultats, ou plutôt la difficulté de les reproduire avec d'autres bobines ou magnétos, m'avait fait abandonner ces observations sans en parler. Des expériences récentes m'ayant remis en présence du même phénomène, dans des conditions très différentes, je crois devoir les signaler pour qu'une explication plus complète en soit donnée.

Relions une série d'excitateurs aux bornes du secondaire d'une bobine ou d'une magnéto S (*fig.* 1),

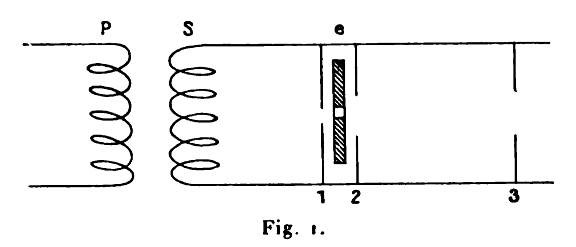


Fig. 1.

ces excitateurs étant simplement formés par des épingles montées dans un support isolant et pouvant être plus ou moins écartées.

Prenons d'abord les excitateurs 1 et 3, écartés tous les deux à 6^{mm} ou 8^{mm}, et mettons la bobine en marche; les étincelles éclatent indifféremment en 1 ou en 3.

Rapprochons maintenant les pointes de 1 ; l'étincelle éclatera de préférence sur cet excitateur, jusqu'au moment où, la distance étant réduite à 2^{mm} ou 3^{mm}, l'étincelle saute brusquement à l'excitateur 3 qui présente le plus grand écartement. Ainsi, à ce moment, l'étincelle prend *le chemin le plus long,* et cela indépendamment des conditions du circuit : on peut, sans rien changer au résultat, inverser la position des deux excitateurs; l'étincelle continue à passer par celui qui a le plus grand écartement.

Rapprochons encore les pointes de 1, et l'étincelle y reparaît quand la distance est réduite à moins de 1^{mm}. Ainsi donc, *il existe,* pour un excitateur donné, *une distance qui offre un obstacle presque insurmontable au passage de l'étincelle.*

Mettons les excitateurs 1 et 2 près l'un de l'autre, le premier à la longueur critique et le second à 6^{mm} ou 8^{mm} : l'anomalie cesse, l'étincelle reprend le plus court chemin, mais il suffit d'éloigner 2 de 1 pour retomber sur cette anomalie.

Remettons encore 1 et 2 au voisinage ; tout est régulier, l'étincelle franchit le petit intervalle, mais elle saute sur le grand si nous interposons entre 1 et 2 une feuille de mica ou de papier *e*. Si l'écran *e* est percé d'un petit trou l'anomalie cesse dès que ce trou est placé de telle sorte que l'intervalle entre les pointes de 1 soit visible d'une des pointes de 2, comme s'il émanait de ces pointes quelque chose qui favorise le passage de l'étincelle.

Cette dernière expérience est caractéristique; elle semble indiquer une action des rayons ultraviolets émanant des pointes avant l'étincelle et venant détruire l'ionisation trop grande de l'air entre les pointes rapprochées.

Avec un excitateur réglable (*fig.* 2), on constate

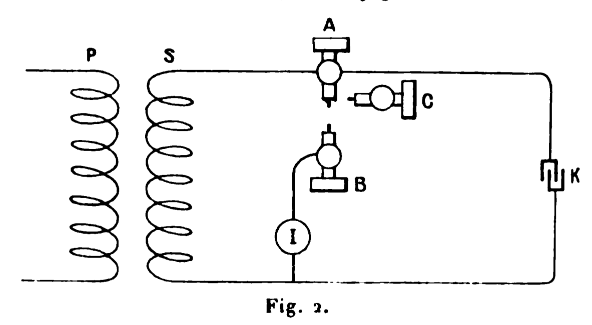


Fig. 2.

la disparition complète de l'étincelle pour certaines longueurs. Dans une expérience j'ai observé que, la distance des pointes A et B étant de 8^{mm}, l'intensité efficace, mesurée par l'ampèremètre I, atteignait 0,16 ampère; puis, en rapprochant les pointes à 2^{mm} environ, l'étincelle disparaissait complètement et l'intensité tombait à zéro, ou du moins n'était plus appréciable pour le galvanomètre employé.

Une pointe auxiliaire isolée C approchée à 2mm de A faisait immédiatement reparaître l'étincelle. Le même résultat était obtenu en soufflant légèrement sur les pointes A et B.

Ces expériences paraissent très bien réussir tant que la source d'électricité employée ne permet pas la formation d'un *arc* entre les pointes. Avec une bobine d'inflammation, donnant environ 10mm d'étincelle, on facilite souvent l'expérience en ajoutant un condensateur K en dérivation sur le secondaire, ce qui empêche l'arc de s'amorcer. Dans l'expérience citée ci-dessus, le condensateur K avait une capacité de l'ordre de 0,00025 microfarad; en supprimant cette petite capacité il était impossible d'obtenir la disparition de l'étincelle, quelle que soit, jusqu'à 8mm, la distance entre A et B.

Quelle est l'importance de cette anomalie? Les constructeurs de bobines d'inflammation la connaissent et savent la difficulté qu'il y a à comparer des bobines et des magnétos en se servant des distances explosives. Le même phénomène se produit-il à l'emploi, dans les cylindres des moteurs à explosion ? C'est peu probable, l'agitation du milieu gazeux et sa température élevée semblent s'y opposer ; cependant, il s'agit là de conditions si mal déterminées que nous n'oserions pas affirmer que cette anomalie est complètement étrangère aux ratés si souvent constatés.

Dans certaines expériences de laboratoire où l'observation d'une petite étincelle a joué un rôle, il est possible que des troubles aient été apportés par le phénomène ci-dessus. H. Armagnat.

INDUCTION.

L'énoncé habituel de la loi fondamentale de l'induction électromagnétique est imparfait, par Carl Hering. Communication présentée à l'American Institute of electrical Enginers, le 10 février 1908 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXVII, mars 1908, p. 339-349). — La loi fondamentale de l'induction électromagnétique, base de toutes les machines produisant mécaniquement le courant électrique, s'énonce généralement de deux manières différentes. Faraday dit que, lorsqu'un conducteur coupe des lignes de force magnétiques, une force électromotrice prend naissance. Cet énoncé a été modifié plus tard par Maxwell, qui dit en substance que, lorsque le flux embrassé par un circuit électrique varie, il induit une force électromotrice. C'est sous cette dernière forme qu'on présente ordinairement la loi dans l'enseignement.

La conséquence naturelle bien connue de cette loi ainsi énoncée, c'est qu'on ne peut faire entrer à plusieurs reprises un flux dans un circuit fermé, et l'en faire sortir, sans engendrer des forces électromotrices alternatives, d'où la nécessité d'un collecteur pour les machines à courant continu. Il est sous-entendu que le circuit électrique en question n'est pas coupé ; le circuit magnétique ne peut malheureusement pas l'être, puisqu'on ne connaît pas de bon isolant magnétique.

Ainsi, lorsqu'on fait pénétrer un flux dans un circuit électrique, on produit une force électromotrice d'un certain sens ; lorsqu'on l'en fait sortir, on produit une force électromotrice égale et de sens contraire. On a proposé d'innombrables méthodes pour s'affranchir de cette force électromotrice de sens inverse, de façon à pouvoir produire des courants continus sans commutation, mais toutes ont échoué, sauf la dynamo unipolaire de Faraday.

L'auteur a pu cependant montrer, par des recherches récentes, que cette importante loi, telle qu'elle est énoncée, n'est pas universelle, et qu'on peut facilement faire pénétrer un flux dans un circuit et l'en faire sortir, faire varier ou changer de sens un même flux embrassé par un même circuit continuellement fermé, sans produire aucune force électromotrice. Prenons une boucle L (*fig.* 1), formée de deux bandes de métal élastiques dont les bouts s'appliquent l'un contre l'autre en J, et fermons le circuit sur un galvanomètre G. En

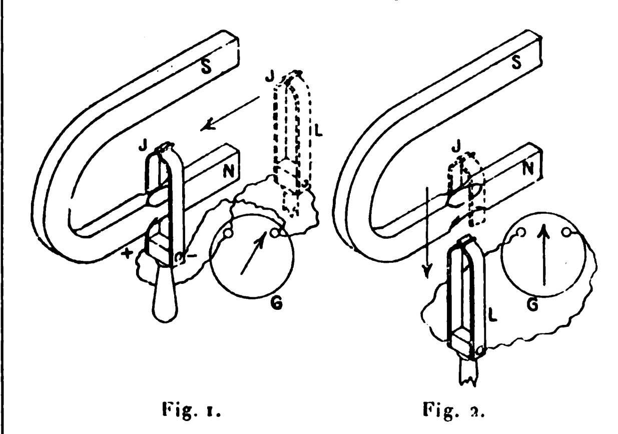


Fig. 1. Fig. 2.

déplaçant cette boucle sur une des branches d'un aimant permanent en fer à cheval NS, depuis la position marquée en pointillé jusqu'à la position marquée en trait plein, on produit, bien entendu, une force électromotrice. Le flux magnétique a pénétré dans le circuit électrique ; le flux embrassé par le circuit a crû depuis zéro jusqu'à un maximum, ou, pour employer l'expression de Faraday, les lignes de force qui vont d'un pôle à l'autre à travers l'air ont été coupées par le conducteur. Jusqu'ici l'énoncé de la loi se vérifie. Mais déplaçons maintenant la boucle (*fig.* 2), depuis la position marquée en pointillé jusqu'à la position marquée en trait plein, en faisant passer la branche de l'aimant à travers le joint J, *mais sans ouvrir le circuit*. Le flux embrassé par le circuit repasse du maximum à zéro, et le circuit coupe les mêmes lignes de force que tout à l'heure, mais en sens inverse. Selon la loi de l'induction telle qu'on l'énonce ordinairement d'après Maxwell, une force électromotrice de sens contraire à la précédente devrait être induite par ce second mouvement. Or, l'expérience montre le contraire : aucune force électromotrice n'est alors induite. En recommençant les deux mouvements et en les répétant avec

rapidité, on peut décupler ainsi la déviation observée au galvanomètre.

Pour bien s'assurer qu'il n'y a pas rupture du circuit électrique pendant que les deux bandes de métal glissent sur l'aimant, on a amalgamé le contact du joint J et la surface de l'aimant lui-même à l'endroit où le passage a lieu. La branche de l'aimant avait été taillée à la meule en forme de losange pour permettre un glissement facile.

Pour être absolument certain que le circuit ne se coupe pas, l'auteur a modifié l'essai en faisant passer dans le circuit le courant constant d'une batterie d'accumulateurs. On constata que le mouvement de la figure 1 (pénétration du flux) accroissait (ou diminuait) la déviation, mais que pendant le mouvement de la figure 2 (sortie du flux) la déviation restait fixe, ce qui montrait bien qu'il n'y avait pas eu rupture du circuit. On fit la contre-épreuve en faisant glisser le joint J sur la branche de l'aimant à un endroit où celle-ci était recouverte de peinture : la chute brusque de la déviation montra nettement la rupture du circuit.

Ce n'est donc pas la variation du flux embrassé par un circuit fermé qui est la cause primordiale de l'induction, puisque ici cette variation se produit sans donner lieu à aucune induction. L'expérience montre que c'est *la matière du conducteur, du courant,* et non pas simplement le circuit lui-même, qui doit couper le flux ou être coupé par lui pour donner lieu à une induction. Dans l'expérience qu'on vient de décrire, le circuit coupe bien le flux pendant le mouvement n° 2, car le circuit magnétique et le circuit électrique, étant restés ininterrompus, ont dû se couper mutuellement, mais il y a une partie du conducteur qui ne s'est pas déplacée par rapport au flux : c'est le fragment de la branche de l'aimant qui se trouve compris entre les deux lames élastiques pendant leur glissement sur cette branche ; là, le circuit coupe bien le flux, mais la matière du conducteur en mouvement ne le coupe pas. C'est là, semble-t-il, la seule différence entre l'énoncé de la loi et les conditions de l'expérience.

En énonçant la loi à la manière de Faraday, il pourra donc suffire, pour la rendre absolument générale, de souligner le fait que le conducteur lui-même doit couper le flux, le terme conducteur désignant l'objet matériel et non la ligne imaginaire qui représente le trajet du courant.

La définition de Maxwell, basée sur la variation du flux dans un circuit, devrait être modifiée pour devenir générale. L'expression *variation de flux* n'est pas assez précise ; la variation, pour produire un effet, ne doit pas être quelconque. Mais, comme l'expérience relatée semble montrer que la vraie cause de l'induction n'est pas la variation de flux, il paraît préférable à l'auteur d'abandonner cette définition et d'en revenir à celle de Faraday. Faraday était en effet plus près de l'exactitude que Maxwell lorsqu'il attribuait l'origine de l'induction à la coupure des lignes de force par un circuit ; il faudrait seulement dire maintenant que c'est le conducteur lui-même et non le circuit seul qui doit couper réellement les lignes de force. La définition de Faraday, basée sur l'expérience, était plus universelle que celle de Maxwell, qui paraît n'avoir été qu'une généralisation mathématique.

L'expérience citée a encore un autre intérêt : elle semble indiquer que le phénomène d'induction est localisé, qu'il ne prend naissance que dans la partie du conducteur qui coupe le flux, et non ailleurs.

Il n'y a aucune raison, semble-t-il, pour que l'expérience ne donne pas les mêmes résultats si l'on entoure de cuivre la partie de l'aimant sur laquelle glisse la boucle. Cette pièce de cuivre pourrait être isolée de l'aimant, et la boucle pourrait se composer de plusieurs spires, si l'on employait un nombre correspondant de pièces de cuivre isolées les unes des autres. Cet essai n'a pas été fait.

On pourrait appliquer cette expérience à la construction d'une génératrice à courant continu sans collecteur. La figure 3 indique le schéma du fonctionnement :

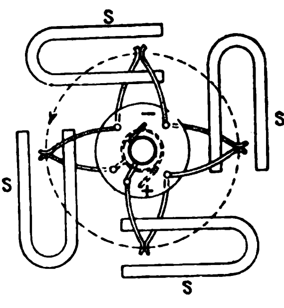


Fig. 3.

un certain nombre d'aimants sont disposés symétriquement autour d'un centre, et un circuit unique, formé d'autant de boucles qu'on voudra, coupe tous les champs magnétiques, de telle sorte que les forces électromotrices induites dans les diverses boucles s'ajoutent en série. Cette machine pourrait sans doute fonctionner aussi en moteur. Elle présente malheureusement le même inconvénient que les machines unipolaires ordinaires : il faut deux contacts glissants pour chaque élément du circuit qui coupe le flux.

D'après les lois générales, le phénomène considéré doit avoir sa réciproque, c'est-à-dire que, lorsqu'on l'applique aux moteurs, c'est la matière du conducteur lui-même, et non pas seulement le courant ou le circuit, qui est entraîné à se déplacer dans le champ magnétique ; en d'autres termes, les forces électromagnétiques agissent sur le conducteur et non sur le circuit ou sur le courant. Cela était connu depuis longtemps. Ainsi, dans la machine unipolaire de Faraday fonctionnant en moteur, ce n'est pas le circuit ni le courant qui tournent dans le disque, c'est le disque lui-même qui subit l'action des forces et entre en rotation ; en d'autres termes, il n'est pas nécessaire de constituer le disque par des fils radiaux séparés, isolés les uns des autres, de façon à faire circuler les courants suivant les rayons du disque. Mais d'autre part, dans le phénomène de Hall, c'est le circuit, c'est-à-dire le trajet du courant, qui est dévié dans un conducteur de grande dimension, quand ce conducteur ne peut se déplacer.

Le phénomène relaté pourrait peut-être expliquer

l'action bien connue d'un aimant dans l'extinction d'un arc. La force magnétique paraît s'exercer sur la matière formant le conducteur, c'est-à-dire sur les gaz ionisés qui transportent le courant, et non sur le courant lui-même ; c'est le courant qui suit le déplacement du conducteur, et non le conducteur qui suit le déplacement du trajet du courant.

L'auteur fait remarquer d'ailleurs que l'erreur signalée dans cette Note n'affecte pas les applications de la loi de l'induction aux machines et appareils électromagnétiques employés aujourd'hui. Ce qui fait l'importance de cette erreur, c'est que l'énoncé habituel de la loi de l'induction conduit, quand on l'applique tel quel, à des résultats absolument incorrects dans certaines conditions particulières.

L'auteur conclut que l'énoncé de Faraday est plus simple, plus général et convient mieux à l'enseignement que celui de Maxwell. P. L.

DIVERS.

Sur la thermo-électricité du cobalt, par H. PÉCHEUX (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 21 sept. 1908, p. 532). — L'auteur a étudié un couple cobalt-cuivre formé d'un fil prismatique de cobalt à peu près pur (carbone et silicium, 2 pour 1000, traces de fer) et d'un fil cylindrique de cuivre électrolytique. Ce couple était disposé, parallèlement à un couple pyrométrique platine-platine iridié, dans un tube de porcelaine de 15^{cm} de diamètre, chauffé horizontalement dans un four à gaz Mermet, les soudures des deux couples étant très voisines et séparées par une feuille d'amiante. Chaque couple était relié à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval.

La courbe des forces électromotrices en fonction de la température de la soudure chaude obtenue d'après les résultats des mesures présente une variation de courbure à 280° et un point d'inflexion à 550°. De 20° à 230° elle se confond avec la parabole

$$E_0^t = 20,51\,t + 0,027\,t^2;$$

de 280° à 340° la force électromotrice croît moins rapidement, puis, de 340° à 550° elle est donnée par la formule

$$E_0^t = 24,75\,t + 0,0135\,t^2;$$

enfin, après le point d'inflexion et jusqu'à 900°, l'équation de la courbe est

$$E_0^t = -10,314 + 62,59\,t - 0,0217\,t^2,$$

la variation continuant d'ailleurs à être parabolique jusqu'à la température de fusion (1040°) de la soudure du couple.

De ces résultats l'auteur conclut que le cobalt subit une transformation moléculaire à 280° et une seconde à 550°.

Sur la cause des orages magnétiques, par K. BIRKELAND (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 21 sept. 1908, p. 539). — En étudiant les enregistrements magnétiques simultanés de vingt-cinq stations réparties sur le globe terrestre l'auteur est parvenu à des résultats qui lui ont permis de classer les perturbations magnétiques en *orages élémentaires* et *orages complexes*, les premiers se partageant en quatre catégories (orages équatoriaux positifs et négatifs et orages polaires positifs et négatifs), les seconds pouvant être regardés comme composés par les différentes espèces d'orages élémentaires.

Quant à la cause des perturbations élémentaires, l'auteur a réussi à concilier avec tous les faits observés sa théorie de succion magnétique par la Terre des corpuscules électriques provenant du Soleil. En outre, il a retrouvé d'une manière surprenante, par des expériences avec une petite sphère magnétique dans un grand tube de décharge, une répartition des rayons cathodiques autour de la sphère qui correspond tout à fait bien, dans les différents cas, aux différentes espèces d'orages magnétiques observés sur la Terre.

Recherches sur la diffusion des ions gazeux, par ÉDOUARD SALLES (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 12 octobre 1908, p. 629). — Lorsqu'un gaz ionisé traverse un tube métallique, les ions qui sont contre la paroi ont leurs charges neutralisées par les charges de signes contraires qu'ils induisent sur le métal; ceci se traduit par un gradient dans la concentration des ions, et la diffusion de ces derniers vers la paroi. Le coefficient de diffusion est intéressant à connaître, car de sa valeur et de celle de la mobilité on peut facilement, comme l'a montré Townsend (*Phil. Trans.*, A, t. CXCIII, 1900, p. 129, et *Ions, électrons, corpuscules*, t. II, p. 920), calculer la charge atomique.

L'auteur a fait cette détermination par la méthode du courant de saturation. Il a trouvé ainsi les résultats suivants en opérant successivement avec des tubes de nature différente : maillechort, laiton, acier :

	Coefficient de diffusion.	
Nature du tube.	Ions +.	Ions —.
Maillechort	0,031	0,041
Laiton	0,031	0,041
Acier	0,032	0,043

Du fait que le gaz n'était pas rigoureusement sec, ces nombres ne sont pas absolument corrects ; toutefois ils se rapprochent beaucoup de ceux trouvés par Townsend avec deux sources d'ionisation différentes :

Sources d'ionisation.	Ions +.	Ions —.
Rayons X	0,028	0,043
Radium	0,032	0,043

Ils montrent en outre que, contrairement à une opinion émise par J.-J. Thomson (*Conduction of Electricity through gases*, p. 28), d'après d'anciennes expériences de Rutherford, le coefficient de diffusion ne paraît pas dépendre de la nature du métal en contact.

BIBLIOGRAPHIE (¹).

Génératrices électriques à courant continu, par HENRY-M. HOBART, M. Inst. C. E., et F. ACHARD, ingénieur à la Société alsacienne de Constructions mécaniques. 1 vol. $28^{cm} \times 19^{cm}$, 275 pages, 141 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix : broché, 15^{fr}; cartonné : 17^{fr}.

Le but de cet Ouvrage est à la fois de servir de guide à l'étudiant et de venir en aide au calculateur dans son travail journalier. Il a son origine dans une série de six articles publiés primitivement par M. Hobart dans la revue *Technics* et développés ensuite par lui dans des conférences du soir. Tous les matériaux rassemblés à cette occasion, et soumis à un travail de revision soigné, ont donné naissance à l'Ouvrage anglais du même auteur, *Elementary principles of continuous current dynamo design*, dont les six premiers Chapitres du présent Volume sont en quelque sorte la traduction presque littérale. Les auteurs se sont efforcés, dans toute cette première Partie, de présenter toutes les questions sous leur forme la plus simple et la plus pratique, en évitant les développements compliqués et les théories ambitieuses. Ils ont estimé que le lecteur qui se serait assimilé parfaitement la matière de ce Volume pourrait toujours passer à l'étude d'Ouvrages plus détaillés ou plus spécialisés.

Il semble à propos d'appeler ici l'attention sur une innovation de ce Livre, introduite déjà par M. Hobart dans l'Ouvrage anglais signalé plus haut; il s'agit de la présence d'un grand nombre (18) de projets de génératrices électriques présentés sous forme de Tableaux. Ceux-ci contiennent, dans chaque Chapitre, les données strictement nécessaires à l'exécution des calculs dont la marche est indiquée dans le Chapitre correspondant. Il est tout spécialement recommandé à l'étudiant d'exécuter les calculs nécessaires pour remplir ces Tableaux; il arrivera ainsi, à la fin de ce travail, à avoir analysé dans toutes leurs parties ces dix-huit machines. Pour rendre plus efficace cet exercice, on a reproduit dans un Appendice, tous ces Tableaux entièrement complétés, c'est-à-dire contenant le résultat de tous les calculs.

La seconde Partie de cet Ouvrage est destinée à illustrer, par une série d'exemples empruntés à la pratique des constructeurs de différents pays, les méthodes indiquées dans la première Partie; elle contient les spécifications détaillées de génératrices à courant continu dont la puissance est échelonnée de 100 à 1250 kilowatts. Ces spécifications pourront souvent fournir d'utiles indications au calculateur, en lui offrant des points de comparaison avec les projets qu'il a lui-même à étudier.

La Téléphonie sans fil et la Télégraphie sans fil, par A. BERTHIER, ingénieur. 1 vol. $23^{cm} \times 14^{cm}$, 256 pages, 104 figures. H. Desforges, éditeur, 29, quai des Grands-Augustins, Paris. Prix : broché, 5^{fr}; relié percaline, 6^{fr}.

Dans cet intéressant Ouvrage de vulgarisation, l'auteur examine successivement les sujets suivants :

Le problème de la transmission de l'énergie à distance sans fil; Téléphonie et télégraphie par ondes électromagnétiques; Production des ondes; Transmission des ondes; Réception des ondes; Expériences de télégraphie et de téléphonie sans fil.

Le passé, le présent et l'avenir de la Télégraphie sans fil, par ÉMILE GUARINI, professeur des Arts et Métiers de Lima. 1 vol. $24^{cm} \times 16^{cm}$, 192 pages, 366 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix : 4^{fr}.

Le but de ce travail est de décrire brièvement tout ce qui peut aider à effectuer des essais de télégraphie sans fil dans les pays neufs, tels que le Pérou, où réside actuellement M. Guarini.

Les Merveilles de l'Électrochimie, son avenir au Pérou, par ÉMILE GUARINI, professeur à l'École d'Arts et Métiers de Lima. 1 vol. $24^{cm} \times 16^{cm}$, 152 pages, 99 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix : 5^{fr}.

Dans ce Volume de vulgarisation scientifique, l'auteur passe en revue les nombreuses applications de l'électrochimie et l'électrométallurgie : soudure électrique, fusion, traitement électrothermique des minerais, diamant artificiel, carbures et siliciures, l'électrolyse de l'eau, galvanoplastie, affinage des métaux, traitement électrolytique des minerais, électrolyse appliquée à la chimie organique, analyse électrochimique, ozone, azote, etc.

Le Petit Électricien, par F. BERGMANN. 4e édition. 1 vol. $19^{cm} \times 12^{cm}$, 90 pages. Ch. Mendel, éditeur, rue d'Assas, 118 *bis*. Prix : 1^{fr}.

Ce petit Ouvrage est une nomenclature aussi complète que possible des expériences que l'on peut exécuter avec des piles et une bobine de Ruhmkorff. Il renferme aussi quelques indications sur la pose des sonneries et téléphones domestiques.

Catalogue officiel de l'Exposition des Applications de l'Électricité de Marseille.

Ce catalogue est en vente au Commissariat général de l'Exposition, Rond-Point du Prado, à Marseille, *franco* contre $1^{fr}50$.

(¹) Il est donné une analyse bibliographique de tout Ouvrage dont *deux* exemplaires sont adressés à la Rédaction.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes relative aux décrets du 17 octobre 1907, contrôle et redevances.

LE MINISTRE

à Monsieur le Préfet du département d

La circulaire du 18 octobre dernier, qui accompagnait l'ampliation du décret du 17 octobre 1907 portant règlement d'administration publique pour l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique, vous a donné les premières instructions nécessaires pour l'application dudit règlement.

Depuis l'envoi de cette circulaire, plusieurs ingénieurs en chef m'ont posé, au sujet du fonctionnement du service du contrôle, diverses questions qui m'ont démontré qu'il était utile de commenter et d'expliquer davantage le décret du 17 octobre 1907.

D'autre part, l'application simultanée de ce règlement et du décret du 11 juillet 1907, rendu sur la proposition du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale pour la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels qui mettent en œuvre des courants électriques, ne laisse pas de présenter certaines difficultés, notamment en ce qui concerne la compétence des deux départements ministériels du Travail et des Travaux publics.

Les présentes instructions ont pour objet de signaler les conditions de l'accord intervenu entre ces deux Administrations pour délimiter, aussi exactement que possible, les attributions de chacune d'elles et de fournir les éclaircissements complémentaires dont l'opportunité s'est fait sentir, aussi bien pour l'application du décret portant organisation du contrôle que du décret de même date portant fixation des redevances pour occupation du domaine public par les ouvrages des entreprises de distribution.

Attributions respectives du Ministre des Travaux publics et du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale.

Ainsi que je vous l'ai indiqué par ma circulaire du 18 octobre 1907, le contrôle de mon Administration ne s'exerce que sur les distributions proprement dites, c'est-à-dire sur les canalisations, transformateurs, sous-stations et ouvrages de toute nature qui servent à transporter ou à transformer le courant depuis les usines de production jusqu'aux usines d'utilisation ou jusqu'aux immeubles particuliers.

Tous les autres ouvrages servant à produire ou à utiliser l'énergie électrique et affectés à un usage industriel relèvent du ministère du Travail, notamment les usines de production, même si elles sont concédées par l'acte qui autorise les distributions.

Ces principes très précis permettent, dans la grande majorité des cas, de délimiter les attributions du service du contrôle. Il peut arriver, toutefois, que des installations comportent à la fois des ouvrages de distribution et des ouvrages de production. C'est notamment le cas lorsqu'une sous-station de transformation de courant alternatif en courant continu comprend des moteurs à vapeur ou hydrauliques produisant normalement du courant.

Dans ce cas, le caractère d'usine de production doit être considéré comme prédominant, et l'installation tout entière placée dans les attributions du ministère du Travail.

Vous remarquerez, d'autre part, que toute distribution qui emprunte, ne fût-ce qu'en un point, le domaine public, est placée sous mon contrôle, non seulement en ce qui concerne les parties établies sur la voirie, mais encore en ce qui concerne toutes ses autres parties. Les distributions exclusivement établies sur des terrains privés sont, au contraire, soustraites par la loi au contrôle du ministère des Travaux publics; mais, si elles sont affectées à un usage industriel, elles rentrent dans les attributions du ministère du Travail.

Contrôle des installations électriques de mines, minières, carrières, chemins de fer et tramways.

La loi des 12 juin 1893-11 juillet 1903 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels et les règlements qui en dérivent ne sont pas applicables aux mines, minières et carrières, ni aux chemins de fer et tramways, ni par conséquent aux installations électriques qui desservent ces entreprises. Ne sont notamment pas soumises aux dispositions du décret du 11 juillet 1907 les usines de production d'énergie, affectées au service des mines, minières, carrières ou des chemins de fer et tramways. Leur contrôle appartient à mon Administration.

Les usines génératrices qui, tout en fournissant en fait l'énergie électrique nécessaire à ces entreprises, n'ont pas été créées spécialement en vue de leur service ou en vertu de leur acte de concession, mais sont destinées à produire du courant pour d'autres usages industriels ou commerciaux, ne rentrent pas dans les exceptions prévues par la loi du 12 juin 1893 et, par conséquent, doivent être placées dans les attributions du ministère du Travail.

Délimitation des distributions.

Toutes les distributions, sans distinction, sont soumises aux dispositions de la loi du 15 juin 1906. Sous la dénomination « distribution », la loi comprend aussi bien les ouvrages de transport que les ouvrages de distribution proprement dits et même les ouvrages particuliers. Mais elle ne détermine pas les limites des distributions et n'indique pas explicitement les moyens de reconnaître si un réseau de lignes électriques relié à d'autres lignes constitue, au point de vue du contrôle, une distribution individuellement distincte ou si ce réseau doit être considéré comme faisant partie d'une distribution plus étendue. A défaut de stipulations précises, il convient de s'inspirer, pour faire cette distinction, des principes suivants qui découlent des règles générales posées par la loi.

Tout ensemble de canalisations et d'ouvrages reliés entre eux et parcourus par un même courant électrique doit être considéré comme constituant une seule et même distribution, à la condition que ces canalisations et ouvrages soient autorisés par une décision unique de l'autorité compétente ou par des décisions connexes. Si, au contraire, l'occupation du

domaine public est autorisée par des actes distincts, sans connexité entre eux, les canalisations et ouvrages doivent être considérés comme formant des distributions séparées, la nature de chaque distribution étant déterminée par la nature de l'acte qui l'autorise.

C'est ainsi qu'une ligne de transport à haute tension et toutes les lignes secondaires qu'elle alimente forment une seule distribution, à condition que ces lignes ne soient établies que par permission de voirie. Si, au contraire, les lignes secondaires sont établies en vertu de concessions municipales ou d'État, l'ensemble des canalisations et ouvrages forme des distributions distinctes, à savoir la ligne de transport et ses annexes et les distributions concédées.

De même, si plusieurs communes sont desservies par une même usine, les canalisations qui les sillonnent forment une seule distribution, si elles sont établies en vertu de permissions de voirie ou en vertu d'une concession unique de l'État; elles forment au contraire autant de distributions distinctes qu'il y a de concessions, si elles ont été établies en vertu de concessions communales distinctes.

Les considérations qui précèdent permettent de déterminer dans chaque cas la compétence des divers services de contrôle. Si, par exemple, une ligne de transport est placée sous le contrôle de l'État, les lignes secondaires autorisées par permissions de voirie qu'elle alimente sont placées sous le même contrôle, quelles que soient les voies empruntées; au contraire, les réseaux concédés par les communes que la ligne de transport dessert sont placés sous le contrôle des agents délégués par les municipalités, et la limite des attributions des divers services de contrôle est formée par la limite même des concessions envisagées.

Point de départ des frais de contrôle.

Le point de départ de la taxation des frais de contrôle dus à l'État ou aux municipalités est la date de la délivrance de la concession ou de la permission.

Le tarif à appliquer pour chaque ligne est déterminé par son régime d'autorisation dans les conditions fixées par la circulaire du 18 octobre 1907 et par l'arrêté du 30 mars 1908.

Distributions soumises au contrôle des municipalités. Frais de contrôle.

L'article 9 du décret du 17 octobre 1907 porte que les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions soumises au contrôle des municipalités ne peuvent excéder 5fr par kilomètre de ligne et par an; l'article 11 indique que les frais de contrôle dus aux municipalités pour ces mêmes distributions peuvent atteindre 5fr par kilomètre et par an.

Ces deux perceptions ne s'excluent pas l'une l'autre, elles s'ajoutent au contraire l'une à l'autre.

La perception opérée en vertu de l'article 9 rentre dans les caisses du Trésor et est destinée à rémunérer la surveillance exercée par les agents de l'État en exécution de l'article 6 du décret et à faire face, notamment, aux frais de tournées que ces agents sont appelés à faire pour l'exercice de cette surveillance.

La perception opérée en vertu de l'article 11 est destinée à assurer les charges du contrôle local organisé dans la commune.

Frais de contrôle pour les canalisations électriques de tramways.

Les installations électriques intérieures des tramways, notamment les fils de trôlet, sont placées, par le décret du 17 octobre 1907, dans les attributions du service chargé du contrôle des tramways et ne donnent lieu à aucune perception spéciale.

Quant aux canalisations amenant le courant à la ligne de tramway, une distinction est à faire. Si ces canalisations font partie intégrante des installations du tramway, leur contrôle est attribué au service du contrôle du tramway et ne donne pas lieu à une perception distincte.

Mais si les canalisations sont utilisées en même temps pour la distribution d'énergie aux particuliers ou si, par leur étendue et leur emplacement, elles constituent de véritables distributions *extérieures* au tramway, leur contrôle est exercé par le service de contrôle des distributions d'énergie électrique (article 8 du décret du 17 octobre 1907 et circulaire du 18 du même mois, p. 3), et elles donnent lieu à la perception de frais de contrôle conformément aux tarifs fixés par ledit décret. Les frais sont calculés d'après la longueur des canalisations, à l'exclusion des branchements et des sections situés sur des terrains particuliers.

Répression des infractions.

La répression des infractions aux dispositions réglementaires de la loi et de ses annexes, ainsi qu'aux clauses des permissions de voirie ou du cahier des charges, est prévue par les articles 24 et 25 de la loi du 15 juin 1906. Il convient, pour l'application de ces articles, de s'inspirer de l'esprit qui a présidé à la rédaction de la circulaire du 5 mars 1906 relative aux contraventions de grande voirie.

Lorsque les contraventions et infractions tombant sous le coup des articles 24 et 25 de la loi et consistant dans des actes ou des omissions sont dues à une faute consciente, il y a lieu de dresser immédiatement procès-verbal. Mais, s'il n'y a pas faute consciente, il est équitable que les fonctionnaires chargés de l'application de la loi adressent d'abord aux intéressés un avertissement pour leur signaler la contravention ou l'infraction qu'ils ont commise et leur enjoindre de la faire cesser. Cette manière de procéder répond aux usages et traditions de l'Administration des Travaux publics en matière de contraventions et s'accorde avec les principes qui ont guidé le législateur pour la rédaction de la loi du 12 juin 1893 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs, laquelle prévoit une mise en demeure préalable au procès-verbal. Il doit, d'ailleurs, être entendu que, si l'avertissement n'est suivi d'aucun effet et si la contravention ou l'infraction persiste, il y a lieu d'appliquer purement et simplement les articles 24 et 25 de la loi du 15 juin 1906.

Redevances pour occupation du domaine public (art. 1 et 2 du décret du 17 octobre 1907).

Les articles 1 et 2 du décret relatif à la fixation des redevances pour occupation du domaine public par des entreprises de distribution d'énergie électrique n'ont pas toujours été correctement interprétés. On a parfois estimé que le tarif simple prévu à l'article 1er est réservé aux occupations dérivées d'un contrat de concession et que le tarif double prévu à l'article 2 est applicable à toutes les occupations dérivées d'une simple permission de voirie.

Il n'y a pas lieu, aux termes de la loi, d'établir une distinction d'après le régime sous lequel sont placés les ouvrages.

Doivent être taxées au tarif simple (art. 1er) les parties non productives des lignes alimentant des services publics, c'est-à-dire les parties qui servent au transport de l'énergie. Sont, au contraire, soumises au tarif double (art. 2) : d'une part, les parties productives (ouvrages de distribution) des lignes alimentant les services publics; d'autre part, l'ensemble (ouvrages de transport et de distribution) des lignes qui n'ont pour objet aucun service public.



Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse ampliation aux ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique.

Louis Barthou.

Paris, le 15 septembre 1908.

Circulaire de M. le Ministre de l'Agriculture adressée aux préfets, le 3 juillet 1908, au sujet de l'établissement des usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables. — Les usines hydrauliques de grande puissance modifient profondément le régime des cours d'eau non navigables sur lesquels elles sont établies; elles peuvent souvent atteindre dans l'exercice de leurs droits un nombre considérable d'usagers des eaux et même troubler le fonctionnement d'entreprises d'utilité publique.

Je vous rappelle à nouveau, Monsieur le Préfet, que, comme le prescrit le décret du 1er août 1905, tous les arrêtés d'autorisation relatifs à des usines d'une puissance supérieure à 100 poncelets doivent m'être soumis, sans exception, avant d'être approuvés par vos soins.

Mais l'expérience m'a démontré que la communication du dossier, qui doit m'être faite lorsque l'instruction est close, ne me permettait pas toujours de prendre en temps utile des mesures indispensables pour sauvegarder les intérêts généraux en cause, et qu'il y aurait les plus grands avantages à ce que mon Administration ait connaissance des demandes d'autorisation d'usines importantes dès qu'elles vous auront été présentées.

Dans ces conditions, lorsque les ingénieurs du Service hydraulique auront reçu par votre intermédiaire une demande tendant à obtenir l'autorisation d'établir une usine d'une puissance supérieure à 100 poncelets, ils devront m'en adresser immédiatement une copie conforme. Ce document sera accompagné d'un extrait de la Carte d'État-Major indiquant l'emplacement de la prise d'eau, de la dérivation et de l'usine projetées. De plus, une Note devra faire connaître, en se servant uniquement des renseignements fournis par le pétitionnaire et sans qu'il y ait à procéder à aucune étude, la section de rivière comprise dans le remous du barrage et celle située en aval du canal de fuite où le régime des eaux sera sensiblement modifié par l'exploitation de l'usine. Cette Note signalera également les entreprises d'utilité publique (canaux d'irrigation et de navigation, usines servant à la marche des services publics, etc.) dont le fonctionnement pourrait être modifié par l'établissement projeté.

Il doit être bien entendu, Monsieur le Préfet, que, sans attendre aucun avis de ma part, l'instruction de la demande sera ouverte dans les conditions prévues par le décret du 1er août 1905, et que, lorsque cette instruction sera terminée, le dossier devra être soumis à mon examen avant que le projet de règlement d'eau soit revêtu de votre approbation.

En terminant, je tiens à appeler d'une façon toute particulière votre attention et celle des ingénieurs du Service hydraulique sur les points suivants :

Il arrive fréquemment que des travaux destinés à l'établissement d'usines hydrauliques de grande puissance sont commencés sans attendre l'autorisation administrative et même sans qu'aucune demande d'autorisation ait été présentée. Toutes les fois que des travaux empiéteront sur le lit d'un cours d'eau non navigable ni flottable ou intéresseront son régime, ils devront être interdits de la manière la plus absolue jusqu'au moment où ils auront été régulièrement autorisés. Si les ouvrages en construction ne peuvent avoir aucune influence sur le régime ou le mode d'écoulement des eaux, l'Administration n'a évidemment pas à intervenir, mais il y a le plus grand intérêt à ce que je sois mis au courant de leur exécution. Je vous prie donc, ainsi que MM les ingénieurs, de ne pas manquer de me signaler ces travaux dès que vous en avez connaissance, en m'indiquant leur état d'avancement et leur destination présumée.

Joseph Ruau.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Le trust allemand de l'Électricité. — La grande société allemande d'Électricité, l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, vient de célébrer le 25e anniversaire de sa fondation, et, malgré que le développement prodigieux de cette société soit bien connu chez nous, peut-être n'est-il pas inutile de jeter, à cette occasion, un rapide coup d'œil sur les circonstances qui l'ont favorisé et l'avenir qui semble lui être réservé.

Il convient, tout d'abord, de placer au premier plan le directeur de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, M. Emil Rathenau, qui peut à bon droit être considéré comme le père du trust, ou plutôt des trusts, car l'électricité allemande, au lieu d'adopter la méthode de concentration par le cartel, a préféré suivre avec prudence et modération la voie pleine d'écueils qui avait été inaugurée par la politique industrielle des États-Unis.

Si nous nous reportons, en effet, à l'origine des grandes sociétés d'Électricité, nous remarquons les chiffres suivants qui démontrent la rapidité de l'augmentation de leur capital-actions :

Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

1883	5 millions de marks
1894	22 » »
1900	60 » »
1908	100 » »

Siemens et Halske (depuis 1897, société par actions).

1893	12 millions de marks
1908	54 » »

Schuckert et Cie.

1893	12 millions de marks
1896	18 » »
1900	42 » »

Depuis 1903, ces deux dernières sociétés se sont réunies et forment actuellement un trust au capital de 90 millions de marks.

Mais le côté le plus curieux de cette évolution réside assurément dans la façon dont furent utilisées, par les industriels allemands, les variations de l'activité économique.

Jusqu'en 1900 l'ascension avait été particulièrement rapide, et l'ère de prospérité que traversait le pays avait été mise à profit par tous ceux qui, se basant sur l'éclat de l'Exposition de Francfort-sur-le-Mein, en 1891, avaient engagé des capitaux énormes dans les usines d'électricité et lutté pour la conquête des concessions municipales. Il s'en était suivi une concurrence acharnée entre les entreprises qui se fondaient inconsidérément de toutes parts et espéraient compenser les pertes provenant des adjudications par les bénéfices aléatoires de l'exploitation. Il est vrai de dire que ces entreprises, une fois terminées, furent exploitées par des sociétés spéciales; mais la plupart des titres de ces sociétés demeurèrent entre les mains des constructeurs.

Il s'en fallut que toutes les usines donnassent le rendement prévu par les devis. Aussi, l'industrie électrique eut-elle non seulement à souffrir dans la construction proprement dite, mais dans le manque de disponibilités, qui se manifestait par un chiffre considérable des créances non recouvrées.

Telle fut la cause des augmentations de capital que nous avons vu se produire dans la première période, c'est-à-dire jusqu'en 1900. A ce moment éclate la crise qui devait, pendant deux années, secouer si profondément l'Allemagne. A la surproduction, fatale dans l'ère de prospérité, succède une dépression générale qui arrête les commandes et raréfie l'argent. La concurrence déjà vive entre les fabricants ne cesse de s'accroître et, dès lors, il ne peut plus être question pour eux de bénéfices; tous travaillent à perte.

Les faillites se succèdent, nombreuses surtout pour les petites entreprises, qui n'avaient pas su prévoir le revers de la fortune; de plus importantes, comme les Sociétés Kummer et Hélios, durent également être liquidées. Les Sociétés Lahmeyer, Schuckert et Union ne distribuaient plus de dividendes depuis 1901, et l'une d'elles atteignait même, en 1902, un déficit de 14,4 millions de marks, pour un capital-actions de 42 millions de marks.

Seules, la Société Siemens et Halske et l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft possédaient des réserves suffisantes pour attendre la fin de la crise. Leurs pertes n'en étaient pas moins fort grandes; aussi leurs administrateurs décidèrent-ils de profiter de la circonstance pour réaliser la concentration, seule capable de tirer l'industrie électrique de ce mauvais pas.

L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft a repris en 1902 tout le matériel de la maison Kœrting, de Hanovre; en 1903, elle fondait avec la Société Union, de Berlin, une association d'intérêts, qui devait bientôt être suivie d'une absorption complète. Des ententes la relièrent également avec la maison Brown, Boveri et Cie, de Baden, dont 4,5 millions de marks d'actions passèrent entre ses mains, puis avec la grande maison américaine General Electric C° et la Thomson-Houston C°. Des entreprises de valeur secondaire, comme Rheinfelden, Bitterfeld et Kœrting, furent aussi absorbées par elle.

La vigoureuse impulsion donnée à ce mouvement par M. Rathenau était simultanément suivie par deux autres grandes sociétés : Siemens et Halske et Schuckert et C°, qui fondaient en 1903 un trust au capital de 90 millions, la première participant pour 50,05 millions et la seconde pour 39,95 millions de marks. Mais la fusion est moins étroite que dans le premier groupe, car l'entente est limitée à la fabrication des dynamos et des câbles. La télégraphie et la téléphonie sont demeurées en dehors de la combinaison. Siemens et Halske a fait apport de ses usines, de ses dynamos, de ses installations d'éclairage et de force motrice, ainsi que de ses chemins de fer électriques, à l'exception de ses chemins de fer aériens et souterrains. La maison Schuckert a apporté, de son côté, ses établissements de Nuremberg, à l'exception de la fabrication des projecteurs.

Un troisième groupe a été constitué en 1905 par la fusion des maisons Felten et Guilleaume, de Mülheim-sur-Rhin, avec Lahmeyer, de Francfort. La première fabrique des câbles et la seconde des dynamos; elles se complètent donc l'une l'autre. Le capital du trust a été porté à 55 millions de marks, sur lequel Lahmeyer a reçu 15 millions de marks d'actions à 110 pour 100. Les 4 millions de marks des nouvelles actions restantes ont été mis à la disposition, par parties égales, des deux entreprises associées.

Signalons encore l'existence d'une union, qui concerne les courants à basse tension, et qui s'étend à toutes les firmes importantes d'Allemagne, d'Autriche-Hongrie, de Suisse, de Hollande et de Suède. Elle a été formée en 1903, à Berlin, sous le nom de Verkaufstelle Vereinigter Glühlampenfabrik, au capital de 1 million de marks.

Une fusion récente vient de consolider cette puissante organisation. La Berliner Elektricitäts Gesellschaft a décidé d'acquérir l'Elektricitäts Lieferungs Gesellschaft. Dans ce but, le capital total de la première société sera porté à 113,37 millions de marks, soit 64 millions d'actions et 49,37 millions d'obligations; il sera émis pour environ 32,60 millions de titres nouveaux. Or, l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft possède un droit de souscription de moitié aux émissions d'actions de cette société, au pair. Cela signifie que, sur les 12,60 millions d'actions de priorité, elle en recevra 6,30 millions à 100 pour 100. Comme les actions anciennes sont cotées à 175 pour 100, le bénéfice net de cette opération se montera à 4,75 millions. Ajoutons que l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft possède en outre le quart des actions de l'Elektricitäts Gesellschaft, et que l'Elektrobank de Zurich, filiale de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, détient encore pour 4 millions et demi de titres de cette société.

L'intérêt de cette dernière amalgamation du trust réside particulièrement dans le désir de ses initiateurs, de conserver pour l'avenir à une entreprise privée le monopole de livraison de l'électricité à la ville de Berlin. Le traité de la Berliner Elektricitäts Werke avec cette dernière arrive en effet à expiration en 1915, et la municipalité pourrait parfaitement envisager la suppression de la concession à son profit.

Les résultats de la politique de M. Rathenau confirment pleinement la confiance que lui témoignent ses associés. L'industrie électrique a peut-être été la seule qui n'ait pas souffert de la crise qui s'est déclarée au mois d'octobre dernier : les fabriques ont été plus occupées en 1907, et les résultats de fin d'année supérieurs à ceux de 1906, malgré la hausse très forte des prix des matières premières pendant le premier semestre et la dépression économique pendant le second. C'est là un des bénéfices les plus remarquables d'une sage concentration.

Le total des affaires des Siemens Schuckertwerke a dépassé de 40 pour 100 le chiffre de l'exercice antérieur; en quatre ans sa production a doublé. L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft a terminé son année avec un accroissement de production de 20 pour 100, un bénéfice brut de 16,5 millions de marks et un bénéfice net de 14,9 millions. Au mois de novembre 1907 les commandes s'élevaient à 176 millions de marks, contre 139 millions de marks en 1906.

Les dividendes de 1906-1907 ont été généralement



plus élevés que ceux de 1905-1906. L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft a distribué 12 pour 100 sur le capital de 100 millions de marks, contre 11 pour 100 sur 86 millions de marks, et 5,5 pour 100 sur 14 millions de marks d'actions nouvelles. Ces résultats sont d'autant plus remarquables que les prix de revient ont augmenté dans des proportions bien plus fortes que les prix de vente.

Les commandes de l'étranger n'ont subi, chose curieuse, aucune diminution, mais dénotent au contraire un accroissement constant. On explique ce fait par la bonne qualité des produits et par le secours que plusieurs grandes banques allemandes prêtent aux sociétés d'électricité à l'étranger.

En Allemagne, l'électricité tend de plus en plus à se substituer aux autres modes d'éclairage et d'énergie. Les quantités livrées par les Berliner Elektricitäts Werke dans le cours des trois dernières années sont respectivement :

1er juillet 1906-30 juin	1907	.....	142931816	kilowatts-heure
» 1905 »	1906	.....	128103848	»
» 1904 »	1905	.....	111572728	»

Il va de soi que, parallèlement à l'augmentation de la fourniture de courant, se produit un développement identique des machines, appareils, câbles et lampes. Les mines et la métallurgie sont naturellement à la tête de cette transformation. Les turbines prennent chaque jour la place des machines à vapeur : la valeur des commandes reçues par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, dans sa fabrique de turbines, est supérieure de 55 pour 100 en 1906-1905 à celle de l'année précédente. De toutes parts s'accroît, en outre, le réseau des tramways urbains et des lignes souterraines. Des essais concluants ont même été faits pour l'installation des lignes de chemins de fer électriques et, de ce côté, un grand développement est à prévoir.

Il est donc certain que l'avenir le plus brillant s'ouvre devant l'industrie électrique de l'Allemagne, et que la part la plus grande de ses succès doit être attribuée à la sage et constante politique qui a été suivie par ses représentants depuis quelques années. A l'anarchie parfois bienfaisante dans les périodes de grand développement, a succédé une organisation méthodique qui a, en quelque sorte, canalisé la répartition de cette énergie. Ce n'est là, sans doute, que le début d'une concentration plus profonde, annoncée bien souvent, mais jusqu'alors jamais réalisée. Personne ne doute, en effet, au delà des Vosges, que la formation d'un trust national unique soit une chose parfaitement réalisable, en attendant le grand trust international de l'électricité.

M. Rathenau, nous en sommes convaincu, en doute encore moins.

A. Fénétrier.

Nouvelles installations d'éclairage électrique. — Villes dans lesquelles une installation électrique est projetée :

Buironfosse (Aisne). — Une société vient de se constituer, dans le but de fournir la force électrique, à Chigny, Buironfosse et environs.

Onnaing (Nord). — On annonce que M. Vinker a obtenu la concession de l'éclairage électrique de la ville.

Sainte-Florine (Haute-Loire). — M. Grivois, propriétaire de l'usine électrique de Lenytes, a fait des propositions à la municipalité pour l'éclairage électrique.

Nuits-Saint-Georges (Côte-d'Or). — La municipalité a, paraît-il, adopté le projet d'éclairage électrique qui a été présenté par M. Sarazin.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société électrique d'Évian-Thonon-Annemasse.* Assemblée ordinaire le 20 octobre, à 10h30m, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Compagnie urbaine d'Eau et d'Électricité. Assemblée ordinaire le 27 octobre, à 11h, 68, rue de Rome, Paris.

Société industrielle d'Énergie électrique. Assemblée ordinaire le 4 novembre, à 3h30m, 60, rue Caumartin, Paris.

Société électrique des Pyrénées. Assemblée ordinaire le 30 octobre, à 2h30, 8, rue Pillet-Will, Paris.

Société générale de Gaz, d'Eau et d'Électricité. Assemblée extraordinaire le 30 octobre, à 10h30m, 8, rue Pillet-Will. Ordre du jour : Affaires diverses.

Sud-Lumière. Assemblée ordinaire le 7 novembre, à 11h, 19, rue Blanche, Paris.

Compagnie électrique du Midi. Assemblée extraordinaire le 22 octobre, à 11h, 8, rue Pillet-Will, Paris. Ordre du jour : Ratifications de modifications à diverses conventions.

Compagnie des Eaux et de l'Électricité de l'Indo-Chine. Assemblée ordinaire et extraordinaire le 30 octobre, à 2h30m, 58, rue de Londres, Paris. Ordre du jour : Questions diverses.

Société régionale d'Énergie électrique. Assemblée ordinaire le 30 octobre, à 2h30m, 40, cours du Midi, à Lyon (Rhône).

Nouvelle Société. — *Compagnie générale boulonnaise d'Électricité.* Siège social : 47, rue de Bourgogne, à Lille (Nord). Durée : 65 ans. Capital : 3000000fr.

Société lyonnaise des forces motrices du Rhône. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 2 juin 1908, nous extrayons ce qui suit :

Le total des recettes de l'année 1907 atteint le chiffre de 4616711fr,32, supérieur de 526557fr,48 à l'exercice précédent.

Le Chapitre « Terrains et canal de dérivation » est porté pour la somme de 26312989fr, en augmentation de 44892fr,10, par suite d'acquisitions de terrains et de quelques travaux divers.

L'installation hydro-électrique et les canalisations sont portées pour 19622100fr,09, en augmentation de 1034987fr,32 sur 1906. Les exigences de la consommation croissante nous ont obligés à l'extension de ce compte, auquel se sont ajoutées les dépenses de canalisation et celles afférentes à l'usine de secours.

Le Chapitre « Mobilier, Matériel, Outillage » a subi un amortissement de 40000fr et n'en reste pas moins au chiffre de 281612fr,20, inférieur seulement de 12796fr,70 à celui de 1906, par suite d'achats nouveaux.

Le Chapitre « Moteurs, Compteurs, Magasin » a subi une dépréciation d'inventaire de 160000fr. Au chiffre net il faut ajouter 97476fr,20 de dépenses nouvelles, ce qui donne au bilan de 1907 un total de 930143fr,86 au lieu de 1013273fr,01 en 1906.

Les impôts, redevances et frais de contrôle payés à l'État s'élèvent à 224985fr,50, y compris un rappel de supplément de redevances de 22305fr,75 dues à la Ville pour les exercices antérieurs, de 1898 à 1905 inclus. Les impositions afférentes à l'exercice 1907 s'élèvent donc au chiffre de 202679fr,75. Ce chiffre représente la somme énorme de plus de 4fr par action.

	Abonnements desservis.			
			Nombre	
Au 31 décembre.	Force motrice (en chevaux).	Lumière (en lampes de 10 bougies).	d'abonnés de force motrice.	d'abonnés de lumière.
1899	2 943	58 364	634	1368
1900	6 955	104 234	1246	2905
1901	9 580	142 520	1737	4695
1902	11 480	164 540	1935	5528
1903	13 075	179 073	2171	6372
1904	14 293	189 500	2316	6901
1905	16 532	201 887	2485	7440
1906	19 014	213 820	2729	7975
1907	21 876	225 373	2989	8646
Au 15 avril				
1908	22 375	234 252	3051	8836

Le chiffre global de l'énergie électrique produite par l'usine de Cusset a été :

	Hectowatts-heure.
En 1899	30 121 141
» 1900	95 932 200
» 1901	169 040 000
» 1902	191 458 870
» 1903	221 079 480
» 1904	248 992 130
» 1905	296 378 560
» 1906	343 970 270
» 1907	402 464 600

L'énergie produite pendant les quatre premiers mois de 1908 est de 145 653 220 hectowatts-heure, en augmentation de 15 218 260 hectowatts-heure sur la production de la période correspondante de 1907.

PROFITS ET PERTES.

Recettes.

	fr
Frais généraux	264 378,14
Exploitation et entretien	517 922,90
Impôts, redevances et frais de contrôle payés à l'État	224 985,50
Intérêts des obligations	1 063 820,00
Redressements et non-valeurs	33 208,00
Dépréciation d'inventaire	200 000,00
Bénéfices de l'exercice 1907	2 312 396,78
	4 616 711,32

Dépenses.

	fr
Produits de l'exploitation	4 554 592,50
Produits divers	62 118,82
	4 616 711,32

BILAN D'ENTRÉE AU 1er JANVIER 1908.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement	36 720 291,44
Compte spécial de premier établissement (art. 41 des statuts)	7 519 603,12
Matériel, mobilier et outillage	282 612,20
Moteurs, compteurs et magasin	930 143,86
Recettes en recouvrement	792 164,25
Avances à l'enregistrement	158 862,25
Cautionnement à l'État	100 000,00
Portefeuille	300 650,00
Caisses et banquiers	1 101 795,55
	57 906 122,67

Passif.

	fr
Capital (actions)	25 000 000,00
Obligations 4 pour 100	24 999 770,00
Obligations 5 pour 100 non présentées au remboursement	5 000,00
Intérêts courus sur obligations	265 955,00
Coupons à payer	59 718,95
Fournisseurs, comptes ordinaires, retenues de garantie	657 983,20
Coupons sur actions à l'échéance du 1er janvier 1908	525 000,00
Provision pour renouvellement de matériel et entretien	700 000,00
Amortissement sur compte spécial de premier établissement	4 100 000,00
Réserve légale	400 290,76
Coupon sur actions (dividende de 23fr par action)	1 150 000,00
Solde reporté à nouveau	42 404,76
	57 906 122,67

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur ([1]). — N° 736. *Possessions anglaises d'Amérique : Terre-Neuve.* — Mouvement commercial de la colonie de Terre-Neuve pendant l'exercice 1906-1907.

N° 737. *Angleterre.* — Notre exportation en Angleterre; ce qu'elle est ; ce qu'elle devrait être.

N° 738. *Porto-Rico.* — Commerce extérieur de Porto-Rico pendant l'année fiscale 1906-1907.

N° 739. *Turquie d'Asie.* — La Palestine économique, années 1907 et 1908.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 12 au 24 octobre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
12 octobre	59 13 9	62 » »
13 »	59 14 »	62 » »
14 »	59 15 »	62 » »
15 »	59 11 »	61 15 »
16 »	59 12 6	61 15 »
19 »	59 8 9	61 15 »
20 »	59 7 6	61 10 »
21 »	59 12 6	62 » »
22 »	60 10 6	62 15 »
23 »	61 » »	63 » »

Nota. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

CONGRÈS.

Congrès international des Applications de l'Électricité de Marseille. — Voici le compte rendu de la première séance de ce Congrès, le lundi 13 septembre :

La séance est ouverte à 10h30m, sous la présidence de M. Maurice Levy, Membre de l'Institut.

Au bureau avaient pris place MM. les délégués étran-

([1]) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

gers et français, MM. les membres de la Commission d'organisation et du Comité de réception.

Après un discours de M. Maurice Levy et une allocution de M. Guillain, ancien Ministre, président de l'Union des Syndicats d'électricité, M. Voinarowski, délégué du Gouvernement russe, prend la parole pour remercier les organisateurs du Congrès.

La séance est suspendue. A sa reprise, l'assemblée nomme, sur la proposition de M. Cordier, commissaire général, M. Maurice Levy, président du Congrès.

Le bureau est ensuite constitué de la façon suivante :

Président : M. Maurice Levy, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Premier vice-président : M. Paul Janet, directeur de l'École supérieure d'Électricité.

Vice-présidents :

MM. Barbillon, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble;

Battelli, professeur, délégué du Ministère de l'Agriculture d'Italie;

Dr Bergonie, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux;

Blondel, ingénieur des Ponts et Chaussées;

Boissonas, directeur de la Société franco-suisse;

Bouchérot, président de la Société internationale des Électriciens;

Brylinski, président du Syndicat professionnel des Usines d'électricité;

Carpen, délégué du Gouvernement roumain;

Dabat, directeur de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture;

Ericson, délégué du Gouvernement suédois;

Estaunie, directeur du Matériel et de la Construction au Ministère des Postes et Télégraphes;

Fabry, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille;

Feldmann, délégué du Gouvernement hollandais;

Gall, président de la Société des Carbures métalliques;

Don Auguste Galvez Canero, délégué du Ministère du Commerce d'Espagne;

Gevaert, délégué du Ministère des Travaux publics de Belgique;

Guillain, ancien Ministre, président de l'Union des Syndicats de l'Électricité;

Julliq, délégué du Ministère des Chemins de fer autrichiens;

Général Kreitmann, commandant l'École Polytechnique;

Maugas, ingénieur en chef du Génie maritime;

Meyer-May, président des Syndicats professionnels des Industries électriques;

Monnier, professeur à l'École Centrale;

Roosen, délégué du Ministère des Chemins de fer, Postes et Télégraphes de Belgique;

Semenza, ingénieur à Milan;

Stapfer, inspecteur départemental de l'Enseignement technique de Marseille;

Dr Tissot, vice-président de la Commission suisse d'études pour la traction électrique;

Vaterlaus, délégué de la Confédération suisse;

Voinarowski, délégué du Gouvernement russe.

Rapporteur général : M. Armagnat, secrétaire général de la Société internationale des Électriciens.

Secrétaire général : M. Durangel, secrétaire général de la Société du Sud-Électrique.

Les présidents de sections sont enfin nommés par l'assemblée :

1re section : M. Maurice Levy, membre de l'Institut.

2e section : M. Grosselin, ingénieur civil des Mines.

3e section : M. Boissonnas, directeur de la Société franco-suisse.

4e section : M. Fabry, professeur à la Faculté des Sciences.

5e section : M. Boucherot, président de la Société internationale des Électriciens.

6e section : M. Gall, président de la Société du Carbure métallique.

7e section : M. Devaux-Charbonnel, ingénieur des Télégraphes.

8e section : M. P. Janet, directeur de l'École supérieure d'Électricité.

9e section : M. Bergonie, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

La séance est levée à 11h30m.

Voici, d'autre part, le texte du discours de M. Maurice Levy sur le *Mouvement récent des grandes applications de l'Électricité.*

Mesdames et Messieurs,

Le Congrès, avant sa réunion, a perdu l'un des présidents d'honneur de son Comité d'organisation : M. Mascart. Il est mort sur la brèche, après des souffrances stoïquement supportées.

Il laisse après lui, outre une œuvre scientifique universellement appréciée, le souvenir de brillants services rendus, dans les directions les plus variées, au bien public et à l'administration du pays.

Il était le doyen des électriciens de France. Nous nous sommes trouvés au premier Congrès international d'Électricité, celui qui s'est tenu à Paris en 1881, grâce à une initiative particulièrement heureuse du Ministre des Postes et Télégraphes d'alors, M. Cochery, auquel les électriciens de tous les pays doivent, de ce chef, un souvenir reconnaissant.

Nous y avons été délégués, Mascart comme professeur du cours de Physique générale et expérimentale au Collège de France, moi-même comme professant, à cette époque, dans la chaire de Joseph Bertrand, le cours de Physique générale et mathématique. Notre collaboration s'est trouvée plus étroite à la Commission spéciale désignée par le Congrès pour examiner les propositions présentées par les savants anglais, en vue de constituer un système cohérent d'unités électriques susceptible de recevoir un accueil universel. Comme délégués de la Science française, notre rôle était tout indiqué. Outre l'admiration qu'imposait l'œuvre de longue haleine préparée sous l'impulsion de sir William Thomson, devenu depuis lord Kelvin, celle-ci avait encore, pour nous, le mérite de s'appuyer sur les unités fondamentales du système métrique français, de sorte que nous pouvions y voir, avec une légitime satisfaction, le prolongement de l'une des importantes innovations dues à notre grande Convention nationale. L'entente cordiale, du moins sur ce point, était donc faite dès cette époque.

Le génie britannique, en constituant un système d'unités électriques étudié dans ses moindres détails, a fourni à l'Électricité un vocabulaire universel qui lui manquait, et grâce auquel ont pu s'accomplir, avec la rapidité qu'on sait, ces multiples applications dont l'Exposition de Marseille nous donne le brillant tableau, et dont notre Congrès doit préciser les étapes passées avec projections, autant que possible, sur les étapes les plus prochaines. Aussi les promoteurs de ce Congrès ont-ils, dès l'origine de leur entreprise, rencontré les plus précieux encouragements.

Cinq de nos Ministres, M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes et MM. les Ministres de l'Agriculture, du Commerce, de la Guerre et de la Marine,

ont bien voulu accorder leur patronage au Congrès et y envoyer des délégations officielles. Tout nous permettait d'espérer que M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes ouvrirait lui-même cette séance et qu'en cas d'empêchement M. le conseiller d'État Charguéraud tiendrait sa place. Mais nous avons été doublement malheureux. M. le Ministre, par l'une des nécessités de sa charge, préside l'inauguration qui a eu lieu hier, dans la Haute-Vienne, de la nouvelle ligne de chemin de fer de Magnas-Laval au Dorat, et M. Charguéraud, à la suite d'un accident heureusement sans gravité, est tenu à un repos physique momentané.

Nous pouvons être assurés que M. le Ministre Barthou, ainsi que son second, prend la part la plus sympathique à l'œuvre qui s'accomplit ici.

Les Gouvernements étrangers, de leur côté, ont bien voulu s'intéresser à cette œuvre. L'Autriche, la Belgique, le Canada, l'Espagne, l'Italie, la Russie et la Suisse lui ont fait le grand honneur d'y envoyer des délégations.

Plus de 1200 congressistes nationaux ou étrangers se sont fait inscrire, ce qui est un chiffre suffisamment éloquent. Le programme du Congrès a sollicité de savants rapporteurs, non seulement sur des sujets techniques, mais aussi sur les questions d'ordre administratif et juridique que l'emploi de plus en plus varié de l'Électricité soulève dans tous les pays.

Que tous ces éminents collaborateurs et collègues venus de tous les pays veuillent bien agréer l'expression de la gratitude des organisateurs du Congrès.

I. Ils la méritent d'autant plus qu'au début de l'œuvre il était permis de craindre que le nouveau Congrès ne se trouvât trop près de celui de 1900 pour pouvoir présenter une physionomie suffisamment nouvelle.

Ses promoteurs, et notamment MM. les commissaires généraux Dubs et Cordier, ont pensé autrement, et il semble qu'ils aient eu raison. C'est, en effet, dans ces dernières années que l'Électricité a fait les plus rapides conquêtes. Elle a gagné, dans une proportion inespérée, à la fois en puissance, en souplesse et en sécurité. Par là, elle a mérité de pénétrer jusque dans les mines, où naguère encore on l'eût regardée comme un auxiliaire dangereux. Non seulement on l'y accepte pour l'éclairage, mais elle se substitue aux moyens mécaniques pour la commande des pompes d'épuisement, celle des machines perforatrices, et même celle des machines d'extraction.

Des industries chimiques, où elle régnait depuis longtemps, elle a passé peu à peu dans l'industrie métallurgique, où elle actionne les appareils les plus puissants, tels que les laminoirs, les engins de levage, de manipulation des gros lingots, etc.

Dans les usines de toute nature, elle s'empare peu à peu de la conduite des transmissions et de celle des machines-outils.

Mais ce qui a le plus étendu son domaine, ce sont les rapides progrès accomplis dans le transport électrique de l'énergie, cette propriété vitale de l'Électricité qui lui permet d'amener la force partout où l'industrie, l'agriculture ou les besoins journaliers de la vie la réclament.

Ces progrès portent, à la fois, sur les distances accessibles au transport de l'énergie et sur les puissances transportables. Tandis que, vers l'année 1900, on trouvait déjà remarquable qu'on pût transporter quelques milliers de chevaux à 30 ou 40^{km} de distance, de 1904 à 1906, la Toronto and Niagara Power C° a transporté 125000 chevaux à 120^{km}. Une compagnie californienne (Cap Bay Counties Company) a porté la distance de transport jusqu'à 370^{km}, avec, il est vrai, une puissance transportée plus faible.

En France, on n'est pas resté en arrière. Tout près de nous, la Compagnie électrique du littoral méditerranéen a couvert Marseille et toute la région comprise entre la Durance, la mer et les Alpes d'un réseau admirablement compris de 120000 chevaux captés sur la Durance, le Var, le Loup, la Siagne et l'Argens.

Il n'est que juste de dire que toutes nos régions montagneuses ont lutté d'initiative et d'intelligence pour l'utilisation de leurs chutes d'eau. On ne saurait oublier que ce sont les célèbres expériences de transport électrique entre Grenoble et Vizille, sous la direction de M. Marcel Deprez, qui ont été l'un des points de départ du mouvement qui a fini par conduire aux résultats acquis aujourd'hui et qui ne sont pas les derniers.

La Compagnie du Sud-Ouest de la France transporte de la force prise à Tuilières, sur la Dordogne, jusqu'à Bordeaux. Les forces hydrauliques des Pyrénées, du Centre et du Jura ne restent pas non plus délaissées. Lyon a, de bonne heure, utilisé la puissance du Rhône, dans son voisinage, par la création de l'entreprise de Jonage. Tout permet de penser que, dans un prochain avenir, se réalisera, en France, une entreprise qui n'a son égale nulle part, pas même au Niagara : le transport à Paris, soit à 425^{km} de distance, d'une puissance de 125000 chevaux, susceptible d'être doublée, à conquérir sur le haut Rhône.

Ces progrès, maintenant qu'ils sont acquis, se poursuivront de *proprio motu,* comme il arrive pour toutes les grandes inventions une fois qu'elles ont rencontré leurs organes de vitalité, comme il est arrivé pour la machine à vapeur depuis Watt et pour la locomotive depuis Stephenson.

Ces machines ont été, dès le début, dotées par leurs inventeurs de tous les organes vitaux, en sorte qu'elles n'ont plus eu à subir de modifications essentielles, mais de simples perfectionnements ou adaptations aux services de plus en plus variés qu'on leur demandait.

Le transport de la force, qui théoriquement remonte aux découvertes d'Ampère et de Faraday, est arrivé trop tôt pour être pourvu immédiatement des auxiliaires indispensables à son fonctionnement industriel. Ces auxiliaires lui sont venus peu à peu dans les trente dernières années, mais se sont accrus dans des proportions inespérées depuis le début de notre siècle.

Dès 1880, M. Marcel Deprez a défendu cette thèse que les transports doivent se faire à des tensions électriques aussi élevées que possible, pour que la même énergie puisse passer dans une section de fils métalliques aussi faible et, par suite, aussi économique que possible. Il est juste de dire que le Dr Fröhlich développait la même pensée en Allemagne.

Mais, si le transport exige de hautes tensions, la distribution en exige en général de très modérées. Les deux problèmes du transport et de l'usage de la chose transportée semblaient donc contradictoires. Ils n'ont pu être conciliés que par l'invention des transformateurs. Or, tandis que le problème industriel du transport remonte à une trentaine d'années, la constitution des transformateurs et leur étude expérimentale ne datent que des dernières années du XIXe siècle.

Vers la même époque, la merveilleuse découverte, par le professeur Ferraris, des champs tournants et les courants polyphasés sont venus donner au problème son extrême souplesse.

Ce n'est donc, en définitive, que depuis le siècle actuel qu'on peut concilier les hautes tensions exigées par le transport et les modes de courants transportés, jugés les meilleurs dans chaque cas, avec les tensions plus basses et les modes de courants différents convenant le mieux à l'emploi qui en est fait.

Dans ces conditions, le problème devenait viable. Il restait à l'étendre à des distances de transport et à des puissances transportées de plus en plus grandes. La première

partie exigeait des tensions de plus en plus élevées. Les études expérimentales sur les isolateurs ont permis d'aller très loin dans cette voie. Les tensions qui paraissaient autrefois devoir être limitées à quelques milliers de volts ont, dans les derniers transports, notamment ceux, cités plus haut, des compagnies américaines, atteint 60000 volts. On est allé même jusqu'à 80000 volts et, dans le projet d'adduction des forces du Rhône à Paris, on prévoit 120000 volts en courant triphasé.

Pour l'augmentation des puissances à transporter, deux adjuvants sont venus en faciliter la réalisation tout récemment. Ils résultent de la substitution de turbines à vapeur aux machines à pistons et des progrès accomplis dans la construction des turbines.

On fait couramment, aujourd'hui, des turbines Parsons-Brown-Boveri de 5000 kilowatts. On a établi tout récemment paraît-il, une turbine de 12500 chevaux pouvant, pendant quelques heures, en fournir 14500. Les turbines hydrauliques suivent la même progression, et c'est ainsi qu'on voit à présent s'élever les grandes usines centrales avec un petit nombre de puissantes unités, faciles et économiques à surveiller, dont chacune peut alimenter une région étendue et qui, si on les accouple, comme l'a fait, dans la contrée marseillaise, la Société de l'énergie du Littoral méditerranéen, peuvent porter force et lumière, avec toute la sûreté désirable, dans des régions de plus en plus étendues.

II. Parmi les applications que provoquent ou provoqueront les progrès accomplis dans cette question du transport de l'énergie, il convient de signaler la traction électrique. En 1900, elle était peu développée; mais son heure paraît venue, et il serait d'autant plus désirable qu'elle trouvât un large asile au Congrès actuel que la France ne pourrait qu'y gagner. Tous les autres pays s'en occupent activement. Sans compter l'Amérique, l'Italie a environ 200^{km} de chemins de fer électriques en exploitation. Le Parlement italien est saisi d'une loi qui donnerait aux chemins de fer un droit de préférence sur les forces hydrauliques non concédées.

En Suisse, on fait des expériences en grand. On connaît celles de l'Allemagne entre Marienfeld et Zossen, où l'on a atteint une vitesse de 240^{km} à l'heure. En Suisse, on s'occupe du Simplon et du Gothard, et des expériences très importantes se poursuivent, notamment avec le courant monophasé.

Ce n'est pas que la France se soit montrée réfractaire à cette application de l'électricité. Outre les métropolitains, elle possède les lignes électriques établies par la Compagnie P.-L.-M. en Savoie; d'autres sont en voie d'exécution ou de préparation. Les travaux de la ligne de Villeneuve à Bourg-Madame se poursuivent activement. Il est à désirer que les études pour l'électrification des lignes existantes soient mises à l'ordre du jour dans notre pays.

Le Gouvernement vient de racheter le réseau de l'Ouest. Il faut espérer qu'il en profitera pour déblayer d'abord les lignes de banlieue en augmentant, par l'électrification, leur capacité de trafic qui paraît atteinte ou dépassée, et que ce résultat obtenu amènera d'autres opérations de même ordre partout où la présence des chutes d'eau ou les besoins de l'exploitation les rendront désirables ou nécessaires.

Pour la question également si intéressante de la traction électrique sur canaux, la France a fait les premières tentatives pratiques. Le premier touage électrique a été réalisé au souterrain de Pouilly sur le canal de Bourgogne, où il fonctionne dans d'excellentes conditions, et dont la force motrice a été très heureusement empruntée aux chutes des deux écluses voisines, chutes dont l'énergie a reçu ainsi un emploi sans préjudice pour leur fonctionnement normal.

Sur le canal de Bourgogne ont également été faits les premiers essais de traction des bateaux à l'aide de tracteurs. Ces derniers étaient des tricycles, prenant le courant électrique sur des lignes aériennes placées sur le chemin de halage, que suivaient les tricycles eux-mêmes, sans rails.

Depuis, des essais analogues ont été poursuivis en Allemagne, ainsi que d'autres, où l'on a employé les locomotives électriques circulant sur rails.

Au point de vue technique, tous les systèmes réussissent. Au point de vue financier, la question n'est pas tranchée. Jusqu'ici, en matière de halage, la Science humaine a dû baisser pavillon devant le modeste cheval de halage. Il y a longtemps que sur le canal de la Sensée une compagnie de traction par locomotives à vapeur a succombé sous la coalition des haleurs par chevaux. L'Électricité sera-t-elle plus heureuse si on lui oppose la libre concurrence? C'est possible, sans être certain. Mais il peut y avoir, pour les canaux encombrés, des raisons d'accepter le monopole de la traction électrique. C'est une question qui sera sans doute examinée au Congrès aux divers points de vue qu'elle comporte.

Elle touche, dans une certaine mesure, à l'une des nouveautés de ce Congrès : la réglementation des transports de l'énergie, qui, croyons-nous, n'avait pas figuré aux Congrès précédents, mais qui a fait l'objet d'une discussion spéciale et approfondie provoquée par l'essor donné, dans ces dernières années, à l'emploi de la houille blanche. La question n'en reste pas moins d'un haut intérêt, et nous ne pouvons que remercier vivement messieurs les hommes de loi du concours qu'ils ont bien voulu, en cette circonstance, apporter aux électriciens, par leurs rapports.

Une autre nouveauté, celle-ci d'ordre technique en même temps que d'un haut intérêt scientifique, sera l'examen de l'état actuel et de l'avenir de la question du retour par la terre. Le rapport qui porte sur cette matière délicate serait un des plus dignes d'une discussion approfondie.

En cette matière, comme en toutes les autres, notre époque se classe comme une des plus fécondes en applications de la Science. C'est là ce qu'ont voulu mettre en lumière les auteurs de l'Exposition et du Congrès par le titre qu'ils ont adopté. Mais notre temps paraît se préparer dans l'histoire une place infiniment plus haute encore.

III. Pendant que l'industrie exploite avec génie les conquêtes de la Science présente, les physiciens et les chimistes nous ouvrent ou tout au moins nous permettent d'entrevoir. pour la science future, et, par suite, pour les futures applications, une ère toute nouvelle. En effet, depuis 250 ans, la Mécanique newtonienne a permis non seulement de coordonner, mais aussi de prévoir tous les grands faits concernant tant la Mécanique céleste que la Physique terrestre et notamment l'Électricité. La confiance que cette Mécanique a progressivement inspirée par l'impeccabilité de ses pronostics était devenue telle, que, dans la seconde moitié du siècle dernier, Lamé, dans un discours très peu connu, tiré à 50 exemplaires seulement, dont je me fais gloire d'en posséder un avec dédicace de l'illustre maître, le dernier discours d'ouverture de ses merveilleuses Leçons de Physique mathématique à la Sorbonne, et qu'en petit comité il aimait à appeler son testament scientifique, prédisait qu'avant la fin du XIXe siècle, la loi de la gravitation combinée avec les lois de l'Électricité et de l'Optique seraient fondues en une seule, qu'il appelait par avance « la loi unique et universelle de la matière ». Convenons que, sans manquer de respect au grand mathématicien et à l'ardent apôtre qu'était Lamé, il est permis de penser que Condorcet a été mieux inspiré lorsque, sous la menace permanente du couperet de la guillotine, il écrivait « son esquisse des progrès de l'esprit humain », où il montrait que le territoire à conquérir pour la Science est sans bornes. Et voici qu'en effet, au lieu de nous acheminer vers la connaissance d'une loi universelle, les phénomènes nouveaux observés dans la décharge électrique à travers les liquides et les gaz, la radio-

activité de la matière, la radioactivité induite, l'action des champs magnétiques sur la lumière mettent la Mécanique newtonienne, basée sur le point matériel et jugée infaillible d'après ses succès antérieurs, en défaut.

De là, cependant, il ne faudrait pas conclure qu'elle soit devenue inutile. Elle continuera à nous servir comme par le passé pour tous les problèmes posés par la Nature ou l'industrie, pourvu qu'ils ne comportent que la considération de vitesses comme celles que nous pouvons réaliser ou que la Nature réalise pour la matière pondérable, par exemple, des vitesses de 1000^{m} par seconde, comme celles qu'on peut faire décrire aux projectiles de nos plus puissantes armes à feu, et, à plus forte raison, les vitesses des locomotives présentes ou futures. L'excès ne sera jamais à craindre. L'homme, il est vrai, n'est pas toujours raisonnable dans ses aspirations. Mais la matière le met à la raison. Elle ne se laisse pas surmener ; si on la surmène, le moins qu'elle fasse est de riposter par une *panne* et malheureusement, de temps à autre, elle riposte par quelque terrible représaille.

Le règne de la Mécanique pour toutes les applications à un mouvement présent ou futur de la matière pondérable n'est donc pas près de sa fin. Mais, quand il s'agit des vitesses du fluide électrique ou de la propagation de la lumière, soit environ 300000^{km} par seconde, alors naissent des forces nouvelles, les forces d'induction, que la Mécanique actuelle ne prévoit pas. Pour ces cas, qui, dans les applications futures de l'Électricité, pourront conduire à des résultats devant lesquels ceux d'aujourd'hui paraîtront de faibles essais, le point matériel de l'ancienne Mécanique devra être remplacé par la molécule électrique, qu'on se représente, malgré ses dimensions infimes, comme un monde comportant un noyau positivement électrisé, entouré de satellites incomparablement plus petits et électrisés négativement, qu'on appelle des *électrons* et qui, sous l'influence des attractions électriques et vu la faiblesse de leurs masses, recevraient des vitesses de même ordre que celle de la lumière.

Quel sera le messie de cette nouvelle Mécanique, plus complexe que celle qui nous a été léguée par Newton et ses grands successeurs ? Se fera-t-il attendre pendant des années ou des siècles ? C'est ce qu'il est difficile de prévoir. Ce qu'on peut pronostiquer, c'est qu'il viendra quand tout sera prêt pour le recevoir, quand les faits nouveaux accumulés par la science expérimentale seront assez nombreux pour lui permettre d'établir une synthèse nouvelle. Il appartient à l'humanité de préparer cet état supérieur de la Science par le travail. C'est pourquoi je termine ces trop longues réflexions par ce mot : *Laboremus*.

INFORMATIONS DIVERSES.

Électrométallurgie : USINES ÉLECTROSIDÉRURGIQUES POUR LA FABRICATION ÉLECTRIQUE DE L'ACIER. — Dans un Ouvrage récemment publié, M. J. Escard donne la liste suivante des usines qui fabriquent actuellement de l'acier électrique :

France. — Usine de la Société électrométallurgique française, à La Praz (Isère) : 1 four Héroult à 2 électrodes de 400 chevaux, avec la méthode directe (traitement du minerai).

Usine de la Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard : 2 fours à 2 électrodes de 500 chevaux et 2 fours en construction, méthode directe et mixte (la méthode mixte traite la fonte obtenue au haut fourneau).

Usine de la Société des Haut Fourneaux et Aciéries du Saut-du-Tarn, à Saint-Juéry : 1 four Héroult en construction, méthode mixte.

Usine Jacob Holtzer et Cie, à Unieux : 1 four Keller à 4 électrodes, méthode mixte.

Usine de la Société anonyme métallurgique, à Ugine : 1 four Girod, méthode directe.

Espagne. — Usine Stravinda de Urigoitia e Higo, à Araya : 1 four Kjellin, méthode mixte.

Allemagne. — Usine Stahlwerk Richard Lindenberg, à Remscheid : 2 fours Héroult, l'un de 1500^{kg}, l'autre de 500^{kg}.

Usine Krupp, à Essen : 1 four Gin en essai, méthode mixte.

Usine Röchling frères, à Volklingen : 1 four Kjellin de 300^{kg}, méthode directe et mixte.

Suisse. — Usine de la Compagnie générale du Carbure de calcium, à Gurtnellen : 1 four Kjellin, méthode mixte.

Usine Georges Fischer, à Schaffouse : 1 four Héroult de 250 kilowatts, méthode mixte.

Italie. — Usine des Forni Termoelettrici Stassano, à Turin : 1 four Stassano, méthode directe.

Arsenal de Turin : 1 four Stassano, méthode mixte.

Suède. — Usines de la Metallurgiska Patent Aktiebolaget, à Gysinge : 1 four Kjellin, méthode mixte.

Usine de la Compagnie de l'acier électrique Héroult, à Kortfors : 1 four Héroult, méthode directe.

Etats-Unis. — Usine Halcomb and C^{o}, à Syracuse : 1 four Héroult, méthode mixte.

Usine de Nolde Electric Steel C^{o} : 1 un four Héroult.

Il est fort probable que cette liste est incomplète, sinon en ce qui concerne les usines électrosidérurgiques, tout au moins pour le nombre des appareils en fonctionnement ou en installation dans chacune d'elles. En tout cas, en s'en tenant à cette liste, on peut évaluer à 15000 chevaux la puissance électrique utilisée actuellement pour la production de l'acier électrique ; c'est évidemment peu, et c'est beaucoup cependant si l'on songe que cette industrie est toute récente.

Tome X. N° 117. — 15 novembre 1908.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Dans notre dernière Chronique [1] nous ne pouvions que signaler la réunion de la **Commission électrotechnique internationale**, celle-ci tenant encore ses séances au moment où il nous fallait remettre notre manuscrit à l'impression. Depuis, un compte rendu sommaire de ses séances a été publié, et, à la dernière séance de la Société internationale des Électriciens, M. Laporte nous entretenait à la fois des travaux de cette Commission et de ceux du Comité électrotechnique français.

Ainsi que nous le rappelions il y a quinze jours, la Commission électrotechnique internationale résulte, comme la Conférence internationale des Unités et Étalons électriques, des vœux émis par la Chambre des Délégués des gouvernements du Congrès international tenu à Saint-Louis en 1904. Tandis qu'à la Conférence était réservée l'étude des questions d'ordre scientifique que soulève la définition des unités, la Commission électrotechnique était spécialement chargée « d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et de la classification (ratings) des appareils et machines électriques ».

Le colonel Crompton, l'instigateur du vœu relatif à la Commission électrotechnique, fut chargé d'entrer en rapport avec les sociétés techniques et parvint à obtenir assez rapidement l'adhésion des principaux pays. Une réunion préparatoire des délégués de ces pays [1] eut lieu à Londres les 26 et 27 juin 1906, et, sous la présidence de M. Alexandre Siemens, elle adopta, après discussion de divers projets, les Statuts de la Commission électrotechnique, nomma Lord Kelvin comme président de cette Commission, et confia les fonctions de secrétaire honoraire au colonel Crompton et celle de secrétaire actif à M. C. Le Maistre.

Conformément aux Statuts, les diverses sociétés électrotechniques, et notamment la Société internationale des Électriciens, s'occupèrent de fonder des Comités électrotechniques nationaux chargés de préparer les travaux de la Commission internationale. Ce sont les délégués de dix de ces Comités nationaux [2] qui viennent de se réunir à Londres du 19 au 22 octobre.

[1] Rectifions immédiatement une grave erreur d'impression qui s'est glissée dans la dernière colonne de cette Chronique : La force électromotrice de l'élément Weston à 20° C. est indiquée comme étant égale à 1,084 volt, alors qu'elle est égale à 1,0184 volt.

[1] Douze pays, représentés par 30 délégués, participèrent à cette réunion ; ce sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, les États-Unis, la France, la Grande-Bretagne, la Hollande, la Hongrie, le Japon et la Suisse.

Les délégués de la Société internationale des Électriciens étaient : MM. P. Boucherot, P. Janet et Ch. David.

[2] Les pays représentés étaient : Allemagne, Canada, Danemark, Espagne, États-Unis, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Mexique, Suède. Les délégués français étaient MM. Boucherot et David.

Quatorze autres pays s'occupent de la constitution de leurs Comités nationaux ; ce sont : l'Afrique du Sud, la République Argentine, l'Autriche, l'Australie, la Belgique, le Brésil, la Hollande, l'Italie, le Japon, la Norvège, la Roumanie, la Russie, la Suisse. Quelques-uns de ces pays avaient envoyé des délégués, qui ont pris part aux discussions, sans toutefois avoir le droit de vote.

Après un discours inaugural du T. Hon. A.-J. Balfour, le Conseil de la Commission électrotechnique ([1]) se réunit sous la présidence de Sir John Gavey, président du Comité électrotechnique britannique. Le premier soin du Conseil fut de pourvoir à la présidence de la Commission électrotechnique, laissée vacante par la mort récente de Mascart, qui avait été désigné il y a quelques mois par tous les Comités électrotechniques nationaux pour succéder à l'illustre Kelvin décédé en décembre 1907; à l'unanimité, il choisit le physicien américain Elihu Thomson comme président, et réélut le colonel Crompton comme secrétaire honoraire et M. C. Le Maistre comme secrétaire actif.

A la suite de cette séance, le Comité se constitua en Sous-Commission pour permettre aux délégués des pays où les Comités ne sont pas encore officiellement organisés de prendre part à la discussion des diverses questions soumises au Conseil. La Sous-Commission tint trois séances sous la présidence de Sir John Gavey, assisté du professeur Sylvanus P. Thompson. Les conclusions de la Sous-Commission furent approuvées par le Conseil dans sa séance de clôture.

La première question soumise à la Sous-Commission fut l'approbation des Statuts élaborés dans la réunion préparatoire de juin 1906; ces Statuts furent définitivement approuvés avec quelques modifications de détail qui ont donné lieu à une discussion à la suite de laquelle l'accord a été unanime.

La seconde question examinée par la Sous-Commission est celle de la Nomenclature électrique. Elle est due à l'initiative du Comité électrotechnique britannique, qui, avec juste raison, a pensé que la Commission internationale ne pouvait utilement aborder l'unification des machines et appareils électriques avant qu'on soit d'accord sur le sens qu'il convient de donner à chacun des nombreux termes qu'emploie l'industrie électrique. Aussi, dès le début de 1907, le Comité britannique nommait-il un sous-comité qui, sous la présidence de M. A. P. Trotter, conseiller électricien du Board of Trade, avait pour mission de dresser une liste de ces termes avec leurs explications correctes. Déjà ce sous-comité a approuvé une liste provisoire s'étendant de A et G, à laquelle la presse technique anglaise a donné une large publicité qui en a permis une critique sévère dont il sera tenu compte lors de son adoption définitive par le Comité britannique.

([1]) D'après les Statuts le Conseil se compose de :

a. Le président de la Commission;

b. Les présidents des Comités locaux, qui sont, d'office, vice-présidents de la Commission;

c. Un délégué de chaque Comité local;

d. Le secrétaire honoraire.

De son côté, le Comité français a nommé une Commission présidée par M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, pour rédiger un vocabulaire français du même genre. D'autres Comités nationaux ont d'ailleurs entrepris un travail analogue.

Le Conseil de la Commission internationale a été d'avis que l'élaboration de ces vocabulaires devait être entreprise sans délai par tous les Comités nationaux; il a en outre fixé quelques-uns des points de la publication du vocabulaire international en décidant que les termes et les explications fournis par les Comités nationaux seraient traduits en français et en anglais, langues officielles de la Commission, dès que la liste sera complète pour les cinq premières lettres, et que cette traduction serait alors communiquée à tous les Comités nationaux avant adoption officielle par la Commission internationale. Après cette adoption, un dictionnaire sera publié donnant les synonymes de chaque terme dans toutes les langues des pays prenant part aux travaux de la Commission, les explications n'étant toutefois données que dans les langues officielles, français et anglais. Quant aux Comités qui voudraient compléter ce dictionnaire en y adjoignant la traduction des explications dans la langue de leur pays, ils seront autorisés à publier des dictionnaires en trois langues.

Comme on voit, la Commission a repris l'idée émise il y a cinq ou six ans par la Société allemande des Ingénieurs électriciens, de la création d'un dictionnaire électrotechnique en toutes langues. Si l'on en juge par les difficultés rencontrées par cette dernière Société qui, après plusieurs années d'efforts, a dû abandonner son œuvre, il est peu probable que la Commission internationale, malgré les éléments de succès dont elle dispose et qui faisaient défaut à la Société allemande, puisse aboutir rapidement. Si donc l'unification des machines et appareils électriques n'est abordée qu'après la mise au point de ce dictionnaire, nous ne sommes pas près de voir la réglementation internationale en vue de laquelle la Commission électrotechnique a été créée.

La question des étalons d'intensité lumineuse fut examinée en troisième lieu sur l'initiative du Comité français. Celui-ci avait, en effet, jugé utile que les travaux de la Commission internationale de Photométrie fussent pris en considération par la Commission électrotechnique internationale et avait en outre émis le vœu qu'on adoptât une unité lumineuse internationale provisoire en attendant que les travaux en cours sur l'étalon absolu soient plus avancés. L'adoption de ce vœu avait, pour les con-

structeurs français de lampes électriques, une importance commerciale considérable, car, tandis que ceux-ci expriment les intensités lumineuses en bougies décimales, leurs concurrents allemands l'expriment en bougies Hefner, et, comme la bougie Hefner est plus petite que la bougie décimale [1], la dépense en watts par bougie Hefner se trouve être, pour une même lampe, plus petite que la dépense en watts par bougie décimale, d'environ 12 pour 100, différence qui nécessairement influence en faveur des lampes dont l'intensité est exprimée en bougies Hefner l'acheteur qui n'est pas au courant des subtilités photométriques. Malheureusement le Conseil de la Commission internationale a cru devoir ajourner les propositions du Comité français, dans un but très louable d'ailleurs, car cet ajournement est surtout motivé par les divergences de vue qui existent actuellement entre les ingénieurs électriciens et les ingénieurs gaziers sur les étalons photométriques, et la Commission s'est bornée à recommander « que les Comités électrotechniques s'efforcent d'étudier la question dans un sens qui donnerait satisfaction aux besoins de l'industrie électrique et de l'industrie du gaz ». Mais, d'autre part, M. David nous apprenait, dans sa récente communication à la Société internationale des Électriciens, que, grâce aux efforts de MM. Janet et Laporte, une entente semble sur le point d'aboutir à ce sujet entre les directeurs des laboratoires officiels de Grande-Bretagne, de France et des États-Unis d'Amérique; nous avons donc quelque chance de voir disparaître à bref délai quelques-unes des trop nombreuses unités d'intensité lumineuse et l'espoir de voir enfin arriver le moment où il n'y en aura plus qu'une.

Une question de très grande importance avait été également soulevée par le Comité français : c'est celle du système d'unités qui serait officiellement employé dans les travaux de la Commission. Elle fut résolue à l'entière satisfaction du Comité français, car il fut décidé que, « dans le cas où la Commission internationale aurait à exprimer des mesures dans ses travaux, elle devrait employer le système métrique ou le système C. G. S. et leurs dérivés », et que, « pour les besoins des pays qui n'emploient pas le système métrique, les Comités électrotechniques pourront ajouter les valeurs équivalentes entre parenthèses ». La forme conditionnelle donnée au premier paragraphe est évidemment regrettable; mais, comme il est impossible que lorsqu'elle s'occupera de l'unification des machines et appareils la Commission n'ait pas à exprimer des mesures, c'est en fait l'adoption catégorique du système métrique.

Le Congrès d'Électricité qui s'est tenu dernièrement à Marseille avait émis le vœu que la Commission internationale étudiât l'établissement d'un règlement général concernant les installations à l'intérieur des immeubles. Le Conseil a estimé que « cette question, tout en rentrant dans les attributions de la Commission, ne peut pas encore être prise utilement en considération, étant donnés les très nombreux sujets que la Commission doit étudier auparavant ».

Par contre, le Conseil a été d'avis que la question des symboles, déjà étudiée en Angleterre par un sous-comité ayant pour président Lord Rayleigh et vice-président le professeur S. P. Thompson, devait être mise à l'étude dès à présent par les Comités nationaux.

Enfin, sur la proposition du Dr Budde, délégué allemand, le Conseil a décidé que la première réunion de la Commission entière, si elle est reconnue utile, se tiendrait à Berlin en 1910.

Tels sont les principaux résultats de la première réunion du Conseil de la Commission électrotechnique internationale. On pourrait être tenté de leur appliquer la remarque que nous faisions il y a quinze jours à propos des résultats de la réunion de la Conférence internationale des Unités et Étalons : ils sont bien maigres et hors de proportion avec les efforts dépensés pour la création de la Commission.

Mais il ne faut pas oublier que la réunion qui vient d'avoir lieu est la première de ce genre, les réunions préparatoires de 1906 n'ayant eu pour mission que l'élaboration des Statuts, et que, d'autre part, les Comités nationaux sont à peine constitués et n'ont pas encore eu le temps d'étudier les nombreuses questions qui doivent être soumises à la Commission. Et d'ailleurs un résultat important est déjà acquis : c'est l'adoption du système C. G. S. dans les relations techniques internationales. D'un autre côté, la lenteur même que la Commission semble vouloir apporter dans ses travaux est une preuve que les décisions ne seront prises qu'après étude approfondie de leurs conséquences commerciales. Les industriels qui, lorsqu'il fut question de la création de la Commission électrotechnique, craignaient que les décisions de cette Commission ne viennent léser leurs intérêts par une réglementation trop hâtive et trop étroite, peuvent donc se rassurer. Aussi conclurons-nous comme le faisait M. David à la Société internationale des Électriciens : « Dans ces conditions, la Commission électrotechnique internationale semble devoir être une œuvre éminemment utile. »

J. Blondin.

[1] D'après le nombre 10,75 adopté par la Commission internationale de Photométrie pour le rapport des intensités lumineuses de la lampe Carcel et de la lampe Hefner, la bougie décimale vaut 1,12 bougie Hefner (communication de M. Laporte à la séance du 6 novembre 1908 de la Société internationale des Électriciens).

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35**.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt et unième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Procès-verbal du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 1er juillet 1908, p. 332.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité du mercredi 1er juillet 1908.

Présents : MM. Guillain, président; Brylinski et Meyer-May, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; de la Fontaine-Solare, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Boutan, Cotté, Eschwège, Pinot, Sartiaux, Sée.

Absents excusés : MM. Coze, vice-président; Godinet et Henneton.

M. le Secrétaire donne connaissance de la situation de la caisse.

Cahier des charges type (Loi du 15 juin 1906). — M. le Président indique que depuis la dernière séance du Comité un *erratum* paru au *Journal officiel* a donné raison à la remarque relatée dans le dernier procès-verbal, relativement à la contradiction qu'il y avait entre les termes de l'article 22 et ceux de l'article 23. Le nombre d'années pendant lequel les dépenses sont remboursables reste indéterminé et ne dépendra que des négociations entre l'autorité concédante et le concessionnaire.

M. le Président fait remarquer qu'un *erratum* très important a été introduit dans la nouvelle édition du journal qui a été publiée le 28 juin. C'est l'introduction de la mention « Le Conseil d'État entendu », sans laquelle le décret ne pourrait être appliqué, à peine de nullité.

Un autre cahier des charges sera encore publié, relatif aux concessions données par l'État.

Le prochain numéro de *La Revue électrique* contiendra mention des *errata* publiés au *Journal officiel*, de manière à présenter un ensemble bien complet aux adhérents des diverses Chambres Syndicales.

Projet de loi sur la réglementation du travail (Horaires industriels). — M. le Président résume les conditions dans lesquelles ce projet de loi a été distrait de la loi sur la réglementation du travail déposée par M. Doumergue, alors ministre du Commerce.

Le projet de loi sur les horaires, tel qu'il a été adopté par la Chambre, ne distingue pas encore entre la contravention d'horaire simple, sans que la durée du travail ait été dépassée, et la contravention relative à la durée du travail. La pénalité reste la même, avec le nombre de contraventions égal au nombre d'ouvriers. Toutefois, des circonstances atténuantes pourront être admises dans tous les cas.

Divers membres font remarquer une innovation intéressante introduite dans le projet de loi, à la suite des démarches de l'Union, pour établir un régime spécial des usines à marche continue et des usines à feu continu.

Relativement à cette question de la réglementation du travail, M. le Président indique qu'une nouvelle discussion doit commencer incessamment au Parlement pour rendre obligatoire la journée de 10 heures au plus. Il serait utile de faire introduire, si possible, par voie d'amendement, que dans les usines à feu continu ou à marche continue, la durée des repos, même lorsqu'ils sont pris dans l'établissement, ne sera pas comprise dans la journée de 10 heures, de manière à pouvoir permettre facilement le roulement des équipes de 12 heures.

Il faudrait encore demander que la loi, qui n'est actuellement appliquée dans aucun pays industriel, ne soit pas mise en application en France avant qu'une conférence internationale ait décidé l'application générale de ce principe à toutes les industries du monde civilisé industriel.

Patentes des industriels achetant le courant au dehors. — M. le Président indique que les démarches qui avaient été décidées à la dernière réunion ont été faites et qu'il n'y a plus qu'à attendre la discussion du projet de loi.

Controle des lampes électriques. — M. le Président donne connaissance de la lettre qu'il a reçue de M. Meyer-May, président du Syndicat professionnel des Industries électriques, à la date du 29 juin.

Dans cette lettre, M. Meyer-May insiste pour que la réglementation et le cahier des charges préparé ne contiennent aucune clause d'ordre commercial.

M. Meyer-May préférerait, s'il est possible, que le travail de la Commission soit divisé en trois parties :

Statuts;

Conditions techniques;

Clauses d'un ordre commercial.

Divers membres du Comité font remarquer, tout en reconnaissant l'intérêt des observations présentées par M. Meyer-May, que les fabricants ne peuvent donner et n'ont pas à donner leur adhésion dans le cas actuel; ils ne peuvent fournir que des indications officieuses de nature à faciliter les travaux de la Commission.

Il est bien évident, d'ailleurs, que le travail préparatoire fait par l'Union n'a rien de définitif et que le



cadre n'en sera point immuable; il pourra être modifié suivant les indications de l'instruction.

Le Comité de l'Union prie M. le Secrétaire de vouloir bien fournir l'ensemble de ces indications à la Commission et à son rapporteur, en spécifiant que la Commission reste saisie de la question et qu'elle est entièrement maîtresse des propositions qu'elle jugera convenable de faire à cet égard au Comité de l'Union, dans le Rapport qui sera présenté par M. Dusaugey au nom de la Commission.

Installations électriques a l'intérieur des maisons a Paris. — M. Meyer-May indique qu'il semble, d'après les travaux préparatoires de la Commission municipale, qu'on devra se borner simplement à faire l'essai des installations au double de la tension de service habituelle. Cette motion a été particulièrement appuyée dans les travaux préparatoires.

Les informations définitives relatives à cette question seront transmises au Comité de l'Union, de manière à pouvoir faire aboutir la réglementation d'ordre général attendue et demandée par les adhérents.

Instructions pour la réception des machines électriques et transformateurs. — M. le Secrétaire fait part au Comité de l'Union que les rapporteurs des Syndicats des Usines et des Industries électriques se sont mis en rapport pour l'étude de cette question.

Cahier des charges pour cables a haute tension. — M. le Secrétaire informe également le Comité de l'Union que le rapporteur du Syndicat des Usines d'électricité s'est rencontré avec le président de la troisième section du Syndicat professionnel des Industries électriques.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60**.

Vingt et unième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Avis, p. 333. — Comment développer notre exportation en Angleterre, p. 333. — Levée de l'interdiction frappant l'importation de certains articles en Turquie, p. 333. — Bibliographie, p. 333. — Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat, p. 334. — Demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. v.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2h à 4h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8h à midi et de 1h30 à 5h.

Comment développer notre exportation en Angleterre.

Nous avons déjà appelé l'attention de nos adhérents (*La Revue électrique* du 30 octobre, p. 292) sur le Rapport annuel de M. Jean Périer, attaché commercial à l'ambassade de France à Londres : « Notre exportation en Angleterre; ce qu'elle est; ce qu'elle devrait être. »

Notre agent commercial s'est efforcé de condenser dans une centaine de pages le résultat de huit années d'enquêtes, et son étude peut être considérée comme un véritable *Manuel de l'exportateur français dans le Royaume-Uni.*

Nous rappelons à nos adhérents qu'ils peuvent consulter ce Rapport à la bibliothèque du Syndicat; cependant nous croyons devoir leur signaler plus spécialement, en les reproduisant ici, les conseils donnés par M. Périer pour traiter sur le marché anglais des affaires importantes et sûres :

1° Ne pas se contenter d'attendre en France les acheteurs des maisons anglaises.

2° Ne pas chercher à vendre outre-Manche sans l'intermédiaire d'un représentant. Y avoir donc un agent ou une succursale.

3° Munir son représentant, sans parcimonie, de nombreux échantillons ou mieux encore d'un véritable stock.

4° Livrer rapidement, ponctuellement, en se conformant strictement aux échantillons acceptés.

5° Mettre le représentant à même de voyager dans la province anglaise.

6° Pouvoir accorder à la clientèle d'outre-Manche un assez long crédit à « découvert », vu le refus habituel des maisons anglaises d'accepter des traites.

7° Donner à son représentant, autant que faire se peut, un certain fixe en plus de sa commission.

8° Avoir un représentant français ou anglais, français de préférence, mais en tout cas jamais d'une nationalité dont les produits sont concurrents des nôtres en Angleterre.

Levée de l'interdiction frappant l'importation de certains articles en Turquie.

Il résulte d'un avis paru au *Bulletin commercial* de Bruxelles que le Gouvernement ottoman a prononcé la levée de l'interdiction qui frappait l'importation dans l'Empire des *machines et appareils électriques et des téléphones*. Ces objets ne seront désormais soumis à aucun examen et seront admis à l'importation après l'accomplissement des formalités douanières. (Les droits d'entrée sont de 11 pour 100 *ad valorem*.)

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

8° Le Rapport de M. Guieysse, sur les retraites ouvrières;

9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;

13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Décret modifiant, pour la Chambre de Commerce de Paris, le décret du 11 août 1908, relatif au classement des industries et des commerces en catégories professionnelles et à la répartition des sièges entre ces catégories, p. 355.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 368. — Tableau des cours du cuivre, p. 368.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

Vingt et unième Bulletin bimensuel de 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale du 27 octobre 1908.

Présents : MM. Herbault, président d'honneur; Brylinski, président; Tainturier, vice-président; Fontaine, secrétaire général ; Chaussenot, secrétaire adjoint ; Beauvois-Devaux, trésorier; Azaria, Brillouin, Eschwège, Javal, Sée.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président ; Bizet, Dusaugey, Mondon, Tricoche.

Il est rendu compte de la situation financière.

Remerciments. — M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale la lettre par laquelle M. Mascart remercie la Chambre Syndicale pour les sentiments qui lui ont été exprimés lors du décès de E. Mascart, son père.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire pour faire part des demandes d'adhésion et proposer les admissions.

Nomination. — Sur la proposition de M. Eschwège, la Chambre Syndicale désigne M. Bitouzet, ingénieur de la Société d'Éclairage et de Force, comme membre de la Commission technique.

Correspondance et travaux intérieurs. — Il est rendu compte des questions qui ont été traitées depuis la dernière séance relativement aux impôts sur les transformateurs, au paiement du droit de timbre sur les actions, à l'emploi des limiteurs de courant, aux redevances et droit de contrôle, au droit de passage des canalisations sur les terrains privés, etc.

La Chambre Syndicale a dirigé un arbitrage, qui lui a été renvoyé par le Tribunal de Commerce, et qui a pu être terminé par une transaction.

Le Service des offres et demandes d'emplois a indiqué trois demandes et huit offres.

Documents relatifs a la loi du 15 juin 1906. — M. le Président rappelle à la Chambre Syndicale la circulaire de M. le Ministre des Travaux publics relative au règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et à l'envoi du décret du 3 avril 1908. Cette circulaire, en date du 3 août 1908, a plus particulièrement pour objet les règles générales relatives à la sécurité et à l'exploitation des distributions d'énergie et des services que ces exploitations intéressent.

Une circulaire du 30 août 1908, de M. le Ministre des Travaux publics, a accompagné l'envoi du cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique donnée par l'État.

Une circulaire, du 5 septembre 1908, de M. le Ministre des Travaux publics, a accompagné l'envoi d'un type d'arrêté préfectoral relatif aux traversées de lignes de chemins de fer par les canalisations électriques et à l'emprunt des voies ferrées par ces canalisations.

Enfin une circulaire du 15 septembre 1908, de M. le Ministre des Travaux publics, est relative aux frais de contrôle et aux redevances par application des décrets du 17 octobre 1907.

En ce qui concerne divers autres points examinés par la Chambre Syndicale dans sa précédente séance concernant l'effet de rétroactivité des redevances pour occupation du domaine, les questions posées devant la Chambre Syndicale ont été transmises par M. Sée à M. Frénoy, président du Comité consultatif, qui a fait pressentir d'une façon générale le sens de la réponse qui sera donnée le 9 novembre.

M. Beauvois-Devaux se charge, d'autre part, de préciser la position de la question en ce qui concerne la communication des contrats aux autorités municipales avant de les conclure.

Documents officiels. — Depuis la dernière séance, le projet de loi relatif aux usines hydrauliques établies sur les cours d'eau et canaux du domaine public, déposé à la Chambre des Députés le 8 juillet 1908, a été reproduit au *Journal officiel*.

Comité permanent d'Électricité. — M. le Président indique que, par décret en date du 10 octobre 1908, M. de Préaudeau, inspecteur général des Ponts et Chaussées de première classe, a été nommé membre du Comité permanent d'Électricité, en remplacement de M. Maurice Levy, admis à la retraite.

Par arrêté du même jour, M. de Préaudeau a été

nommé président du Comité permanent d'Électricité jusqu'au 31 décembre 1908.

PAIEMENT DES FRAIS DE CONTRÔLE. — Relativement à la question posée par un adhérent sur la rétroactivité des frais de contrôle, la Chambre Syndicale indique au Secrétariat le sens de la réponse à faire.

BROCHURE RENFERMANT LES DÉCRETS ET ARRÊTÉS SE RAPPORTANT A LA LOI DU 15 JUIN 1906. — M. le Secrétaire communique la brochure qui a été publiée sur ce sujet par l'Association amicale des Ingénieurs électriciens.

A titre bibliographique, M. le Secrétaire communique à la Chambre Syndicale le récent Ouvrage publié par M. Bougault et intitulé : *Manuel pratique pour l'application des nouveaux règlements sur les distributions d'énergie électrique*.

La Chambre Syndicale indique qu'un compte rendu bibliographique de cet intéressant Manuel sera fait dans un prochain Bulletin.

PUBLICATION D'UN MANUEL SUR LA LOI DU 15 JUIN 1906. — La Chambre Syndicale est informée qu'un membre du Comité consultatif doit faire paraître prochainement un Manuel sur la loi de 1906.

La Chambre Syndicale, prenant en considération la valeur et l'ancienneté des services de ce membre du Comité consultatif, décide d'honorer la publication d'une subvention.

ADOPTION DE LA LOI SUR LES FORCES HYDRAULIQUES EN SUISSE. — Il est donné connaissance de différents articles de journaux annonçant l'adoption d'un nouvel article constitutionnel qui donne à la Confédération suisse le droit de surveillance sur l'exploitation des forces hydrauliques en territoire suisse et interdit l'exportation du courant électrique provenant des chutes d'eau, sauf approbation spéciale.

SUBSTITUTION DES LAMPES ÉCONOMIQUES AUX LAMPES ORDINAIRES. — M. Brillouin fait, à cet égard, une communication montrant combien la substitution trop brutale et faite sans tact des lampes économiques aux lampes ordinaires pourrait être préjudiciable aux petites usines.

Divers membres assistant à la réunion font valoir que, en général, les usines ne peuvent trouver qu'avantage aux lampes économiques. Certaines questions légales se rapportant au même sujet seront transmises au Comité consultatif.

DOCUMENTS DE L'UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — M. le Secrétaire remet aux membres présents les documents émanant de cette Union parus depuis la dernière séance.

COMITÉ DES FORGES. — A titre bibliographique, M. le Secrétaire communique le remarquable *Annuaire du Comité des Forges* qui a fait l'objet d'un échange bienveillant entre ce Comité et le Syndicat.

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau le dernier Rapport de M. Jean Périer, attaché commercial à l'ambassade de France, sur l'exportation de la France en Angleterre. Ce Rapport est des plus intéressants; il sera tenu à la disposition des membres au Secrétariat.

BROCHURE DE M. LE Dr TISSOT SUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN SUISSE. — Divers membres de la Chambre Syndicale ayant réclamé cette brochure, M. Tissot fait savoir qu'elle est actuellement presque épuisée. Il en envoie quelques exemplaires et indique qu'il serait peut-être possible de donner satisfaction au désir exprimé en demandant la reproduction ou l'analyse dans *La Revue électrique*.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — Le numéro d'octobre 1908 du *Bulletin* de cette Fédération, contenant un article intéressant sur le crédit à long terme dans l'industrie, est communiqué à la Chambre Syndicale.

EXPOSITION INTERNATIONALE DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — La lettre du 22 octobre 1908 des commissaires généraux de cette Exposition fait savoir que le jury de l'Exposition a classé le Syndicat hors concours dans le groupe I *bis* (B). Dans ces conditions, nous recevrons un diplôme de hors concours dont le certificat nous parviendra ultérieurement.

APPAREILS ET OUVRAGES AYANT APPARTENU A M. LAFFARGUE. — Le catalogue établi par les soins de l'Association amicale des Ingénieurs électriciens est communiqué aux membres de la Chambre Syndicale.

ENSEIGNEMENT ÉLECTRO-TECHNIQUE A DONNER AUX TROUPES TECHNIQUES. — La Chambre Syndicale prend connaissance de la lettre du 2 octobre de M. Ticier relative à cette question.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau l'étude du retour par la terre des courants industriels, renfermant les expériences exécutées entre Lancey et Grenoble en 1906-1907. Cet intéressant travail a été communiqué à la Chambre Syndicale par MM. Barbillion, Brylinski et Harlé. La Chambre Syndicale remercie ces messieurs pour leur intéressante communication.

M. le Secrétaire dépose également sur le bureau le *Bulletin de l'Office international du travail*, nos 8, 9, 10, 11 de 1907.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 31 octobre 1908.

Membres actifs.

MM.

DAVY (Henri), Inspecteur à l'Est-Lumière, 54, rue du Pont-de-Créteil, à Saint-Maur, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

SAVART (Lucien), Ingénieur à la Société *Le Triphasé*, 24, rue de Diane, à Argenteuil (Seine-et-Oise), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Membre correspondant.

M.

PORTERET (Alfred), Ingénieur, villa des Lilas, à Serbonnes (Yonne), présenté par MM. Fontaine et Bréant.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

31° Modèle type de bulletin de commande de compteurs.

32° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905 (la question du gaz à Paris).

33° Compte rendu *in extenso* de la séance du Sénat du 14 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

34° Compte rendu *in extenso* des séances du Conseil municipal des 15 et 31 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

35° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques (affiches).

36° Loi sur les distributions d'énergie électrique, 15 juin 1906. (Brochure.)

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

LIGNES ET RÉSEAUX.

Rayons d'action des sous-stations à courant alternatif. — Mon étude du 15 juin 1908 a été l'objet de quelques critiques faites par M. Brylinski et parues dans le numéro du 30 août; ces critiques sont relatives aux valeurs des coefficients choisis pour traiter numériquement une application particulière de chacune des équations que j'avais établies; elles me sont d'autant plus précieuses que la marche générale suivie dans mon étude n'a soulevé aucune objection.

Les coefficients numériques proposés par M. Brylinski confirment, accentuent même mes conclusions, qui sont les suivantes :

1° Dans les réseaux à courant périodique haute tension, la distribution par sous-stations doit être envisagée comme souvent la plus rationnelle, par conséquent comme la règle, la distribution par transformateurs isolés étant l'exception.

2° Ces réseaux à haute tension doivent être construits ou étendus de façon à permettre entre leurs mailles l'établissement de réseaux secondaires.

Le désaccord entre M. Brylinski et moi porte uniquement sur la grandeur de ces mailles, ou, en d'autres termes, sur les valeurs des rayons d'action des sous-stations; je me permettrai quelques observations sur les causes de ce désaccord.

A. La première de ces causes est relative au coefficient K qui figure dans mes calculs et que j'ai ainsi défini : *Si la puissance d'un transformateur isolé a pour valeur* P, *la puissance* P' *du transformateur en sous-station remplaçant le transformateur isolé n'est qu'une fraction de la puissance* P

$$P' = KP.$$

Ce coefficient K est supposé constant, quelles que soient les valeurs de P et P', c'est-à-dire quelle que soit l'importance de la sous-station. Pour une sous-station à plusieurs transformateurs, on aura

$$\Sigma P' = K \Sigma P,$$

et, dans mon étude, la valeur constante de ce coefficient K est la suivante :

$$K = 0,60.$$

M. Brylinski représente par le coefficient K, que j'appellerai K_1 pour éviter toute confusion, le rapport de la puissance des transformateurs groupés en sous-station ($\Sigma P'$ pour la sous-station précédente) à la puissance totale (ΣW par exemple) installée chez les différents abonnés desservis par cette sous-station.

Cela revient à poser

$$\Sigma P' = K_1 . \Sigma W.$$

M. Brylinski attribue à ce coefficient K_1 la valeur suivante :

$$K_1 = 0,40.$$

Examinons, avec l'hypothèse $K = 0,60$, les cas de distribution que j'ai traités en détail et qui ont trait à l'alimentation d'immeubles à plusieurs abonnés. Pour ces distributions, notre désaccord n'est qu'apparent. J'ai supposé, en effet, les différents abonnés d'un même immeuble branchés sur colonne montante, et je n'ai envisagé que l'alimentation des immeubles. Or, si le coefficient d'allumage est une quantité qui varie suivant la nature de la clientèle, on peut cependant lui attribuer, *a priori*, la valeur courante 0,60; c'est même cette valeur qui est souvent admise pour le calcul des sections de colonne montante à leur départ des transformateurs. Admettre ce coefficient d'allumage, c'est attribuer à la puissance P du transformateur qui alimente l'immeuble (puissance qui figure seule dans mes calculs) une valeur égale aux $\frac{60}{100}$ de la puissance totale W installée chez les différents abonnés de cet immeuble :

$$P = 0,60 W.$$

La puissance P' du transformateur en sous-station qui est supposé remplacer ce transformateur isolé de puissance P étant à son tour égale aux $\frac{60}{100}$ de cette puissance P, j'ai finalement

$$P' = 0.60 P = 0,60 \times 0,60 W = 0,36 W.$$

Pour une sous-station alimentant un ensemble d'immeubles identiques, hypothèse que j'ai envisagée dans mon étude, j'aurai, en tenant compte de la remarque faite sur la valeur constante de K,

$$\Sigma P' = K \Sigma P = 0,60 \Sigma (0,60 W) = 0,36 \Sigma W,$$

ce qui cadre, à peu de chose près, avec l'hypothèse de M. Brylinski,

$$\Sigma P' = 0,40 \Sigma W.$$

Il n'y a donc pas lieu ici de changer la valeur 0,60 de mon coefficient K pour être d'accord avec la valeur $K_1 = 0,40$ que préconise M. Brylinski.

Mais on objectera que dans la plupart des réseaux, sauf à Paris et dans certains quartiers de quelques grandes villes, il n'existe qu'un abonné par immeuble. Le coefficient d'allumage de chaque immeuble devient pratiquement, égal à l'unité; cette hypothèse identifie

les coefficients K_1 et K, auxquels nous attribuons respectivement, M. Brylinski et moi, les valeurs 0,40 et 0,60. Ici apparait notre désaccord, et ce sont là des points de fait que je tenais à préciser; le coefficient

$$K = \text{const.} = 0,60$$

de mon étude équivaut aux relations

$$K_1 = 0,40$$

pour les réseaux composés d'immeubles à plusieurs abonnés, et

$$K_1 = 0,60$$

pour les réseaux d'immeubles à un seul abonné.

En remarquant que la valeur du coefficient K_1, considéré à tort comme une constante, augmente quand l'importance de la sous-station diminue, cela revient à supposer les sous-stations plus importantes dans les premiers réseaux que dans les seconds, et cette hypothèse est très vraisemblable, *a priori*.

Pour la première approximation, qui a été le but de mon étude, je pense que le coefficient $K = 0,60$ est le plus rationnel, quel que soit le réseau étudié, et qu'on doit l'adopter en le supposant constant tout d'abord, sauf modifications ultérieures.

Ainsi l'indétermination des coefficients K et K_1 est inhérente au problème des sous-stations; pour chaque réseau différent, elle ne saurait être levée que par l'enregistrement des débits d'hiver fournis par les sous-stations du réseau déjà en service, c'est-à-dire à un moment où il n'y a plus un intérêt capital à connaître les valeurs de ces rapports en vue de la construction du réseau. Toutefois, l'examen de ces courbes sera de la plus grande utilité pour l'établissement des plans d'extension des réseaux en période de formation.

B. La seconde cause de ce désaccord entre M. Brylinski et moi porte sur les chutes de tension admises dans les réseaux secondaires; $\Delta e = 8$ pour 100 suivant M. Brylinski; $\Delta e = 1$ pour 100 dans mon étude. Une chute de tension de 16 volts entre fils extrêmes dans un réseau secondaire à trois fils 220 volts est un maximum; une chute de tension de 2 volts, un minimum; à chaque sous-station peut correspondre une perte de voltage rationnelle dans le réseau secondaire.

En effet, une chute de tension de 16 volts est admissible, si l'on peut assurer un même voltage primaire dans toutes les sous-stations d'un réseau; cette hypothèse est facilement réalisable quand chacune des sous-stations est réunie à l'usine par un feeder spécial, ou bien quand les chutes de tension dans les réseaux primaires sont négligeables.

Mais il n'en est pas toujours ainsi; pour des raisons qu'il serait trop long d'énumérer ici, les chutes de tension primaires ne sont pas toujours négligeables; les chutes de tension secondaires deviennent ainsi fonction de l'emplacement de la sous-station sur le réseau primaire. Ces chutes de tension primaires peuvent même atteindre, dans certains cas, des valeurs telles qu'une chute secondaire de 2 volts soit la seule possible pour satisfaire aux exigences de la clientèle.

CONCLUSIONS : 1° Mon étude avait pour objet de rechercher dans quelles conditions la distribution par sous-station présente un avantage certain; j'ai donc pris pour valeur numérique des différents coefficients qui figuraient dans mes équations littérales (Δe, prix des canalisations, etc.) les valeurs les plus défavorables à la création des sous-stations; j'ai été ainsi conduit à des valeurs minima pour mes rayons d'action.

2° M. Brylinski propose pour certains de ces coefficients des valeurs plus favorables; j'ajoute même qu'elles seront plus rationnelles pour des réseaux à petit nombre de sous-stations plus importantes; cela lui donne naturellement des champs d'action plus étendus.

En résumé, les rayons d'action des sous-stations à courant alternatif sont, comme on a pu le voir, fonction d'une foule d'hypothèses qu'il fallait sérier, et leur détermination n'était pas sans importance, puisque ce problème a provoqué les observations de M. Brylinski.

E. LEFÈVRE.

Ligne de transmission à 50000 volts Moosburg-Munich (*Electrical Review*, Londres, t. LXIII, 30 octobre 1908, p. 732). — Cette nouvelle ligne de transmission à haute tension a été installée par les services municipaux de Munich pour l'alimentation de cette ville en énergie électrique concurremment avec l'usine à vapeur de l'Isarthalstrasse contenant cinq groupes générateurs triphasés à 5000 volts de 800 kilowatts et avec l'usine hydraulique située sur l'Isar, au sud de la ville, près de la station Maria Einsiedel, contenant trois groupes générateurs Siemens-Schuckert de 1300 chevaux chacun.

La ligne, d'une longueur de 54^{km} et formée de six fils de 16^{mm^2} de section chacun, s'étend le long de l'Isar dans la direction de l'Isar et est alimentée par une usine hydraulique établie sur cette rivière près de Moosburg. Celle-ci contient trois alternateurs triphasés à 5000 volts, de 1400 kilovolts-ampères accouplés à des turbines Voigt; un quatrième groupe de 210 kilovolts-ampères, à 5000 volts sert à l'alimentation de la ville de Moosburg. Deux transformateurs de 2000 kilovolts-ampères élèvent à 50000 volts la tension des courants fournis par les premiers groupes. La ligne se termine dans le voisinage de Munich à la sous-station de Hirschau où sont installés deux transformateurs de 1800 kilovolts-ampères ramenant à 5000 volts la tension du courant. Une cabine de coupure est établie à peu près au milieu de la ligne.

A l'usine génératrice, au poste de transformation et à la cabine de coupure sont installés des dispositifs de protection consistant en : parafoudres à cornes, déchargeurs à rouleaux avec résistances, bobines de self-induction, décharges à jets d'eau.

TRACTION ET LOCOMOTION.

TRAMWAYS.

Tramway de Rome à Civita-Castellana. — Cette ligne, en exploitation régulière depuis le mois de juillet 1906, est une des premières applications de la traction électrique aux tramways sur route à voie de 1^m, caractérisés par un faible trafic, n'exigeant que quatre ou cinq trains par jour dans chaque sens. C'est aussi la première installation en Italie, employant le système monophasé.

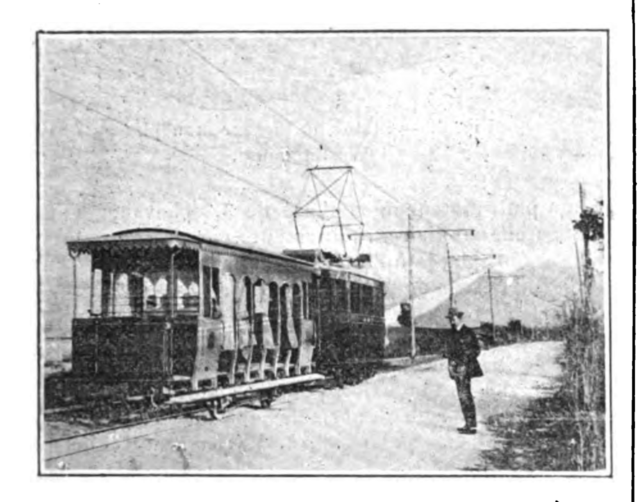


Fig. 1. — Voiture motrice avec remorque.

Elle dessert une très pittoresque région agricole de plus de 50000^{ha}, d'une population de 25000 habitants, située au nord de Rome, entre le chemin de Rome-Viterbo et le Tibre, et qui était complètement dépourvue de moyens rapides de communication avant l'établissement de ce tramway.

La longueur de la ligne est de $53^{km},66$, dont 49^{km} sur route et le reste à l'intérieur de la ville de Rome.

La voie, à écartement de 1^m, est construite en rails de 25^{kg} dans la section urbaine et de 21^{kg} dans la section interurbaine. Les rails sont éclissés électriquement au moyen de connexions plates du type *Chicago*, de 50^{mm^2} de section.

Le profil de la ligne est très accidenté et présente des pentes variant de 1,5 à 4,5 pour 100. Pour atteindre Castel-Nuovo, situé à une différence d'altitude de 260^m, la ligne monte pendant 15^{km}. La pente maximum est de 7,2 pour 100, à l'entrée dans Civita-Castellana, sur un parcours de 500^m.

La ligne est divisée en deux sections : la section urbaine, entre la station génératrice située à Tor di Quinto et le point terminus dans Rome : Piazza della Liberta, alimentée par du courant à 600 volts, et la section interurbaine, entre la station génératrice et Civita-Castellana, dont la tension est de 6500 volts.

La ligne de trôlet de la partie haute tension se compose d'un fil de cuivre de 50^{mm^2}, sans aucun feeder, suspendu à 6^m au-dessus des rails par des consoles en fer cornière fixées à des poteaux en bois de châtaignier. La ligne est à double isolement, mais il n'a été fait usage de la construction caténaire que pour l'entrée dans Civita-Castellana. Un dispositif spécial de sûreté a été prévu pour prévenir tout accident résultant de la rupture du fil de trôlet. Ce dispositif se compose d'un fil pilote en bronze relié d'une part au fil de travail à l'extrémité de la ligne, et d'autre part à un disjoncteur maximum-minimum, installé à la station centrale et qui fonctionne également en cas de surcharge ou de court-circuit.

La ligne comporte 10 postes de sectionnement, avec interrupteurs et parafoudres à cornes à résistance liquide installés sur deux poteaux entretoisés par des traverses, servant également pour l'ancrage de la ligne.

Pour passer de la basse à la haute tension, et *vice versa*, des précautions spéciales ont été prises : le commutateur à deux directions servant à changer les connexions de l'équipement, placé sur le toit des automotrices et locomotives, est manœuvré automatiquement au moment où le trôlet du véhicule se trouve sur la section neutre ménagée entre la haute et la basse tension, au moyen d'un dispositif approprié monté sur un poteau de la ligne.

La partie urbaine à 600 volts est établie avec poteaux en acier étiré et la ligne de trôlet est construite selon la méthode universellement employée pour les réseaux à courant continu.

Matériel roulant. — Les voitures motrices (*fig.* 1) ont 7^m de long sur 2^m de large et comportent 18 places assises et 10 debout sur chaque plate-forme. Elles reposent sur un truck à deux essieux équipé de deux moteurs monophasés Westinghouse (*fig.* 2 et 3) de 40 chevaux chacun, 260 volts, 25 périodes, avec rapport d'engrenage de 14/76. La tension de la ligne est abaissée au moyen d'un auto-transformateur placé sous le plancher de la voiture, dont l'un des pôles est connecté à la ligne et l'autre à la terre. Le système de contrôle consiste à connecter les moteurs entre la terre et différents points de l'enroulement du transformateur, par l'entremise d'une bobine préventive. La manœuvre est faite au moyen d'un contrôleur type tambour.

La prise du courant est effectuée au moyen d'un trôlet pantographe dont la tension est obtenue par l'action de ressorts et qui est abaissé au moyen de l'air comprimé.

L'équipement est protégé par un fusible et un parafoudre à cornes. Une borne à 100 volts est ménagée sur le transformateur pour l'éclairage de la voiture.

Les locomotives (*fig.* 4) sont du type à deux bogies-

trucks, équipés chacun par deux moteurs monophasés Westinghouse de 40 chevaux, 260 volts, 25 périodes ; elles sont pourvues du système de contrôle à unités multiples et du frein à air comprimé Westinghouse.

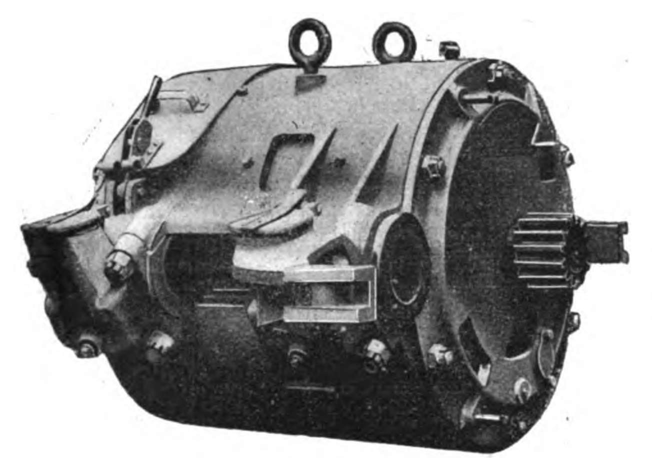


Fig. 2. — Moteur monophasé Westinghouse de 40 chevaux.

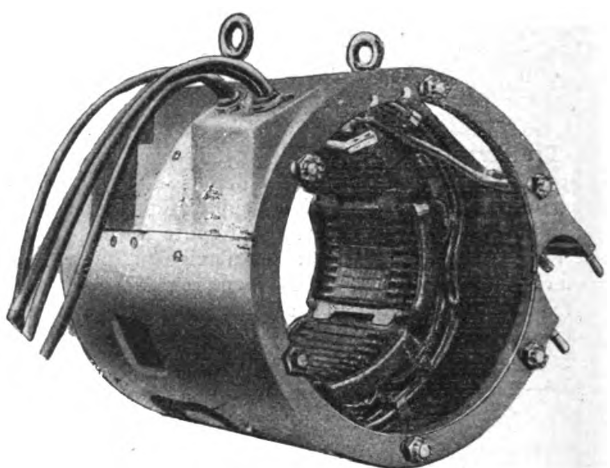


Fig. 3. — Stator du moteur monophasé Westinghouse.

La prise de courant se fait au moyen d'un trôlet pantographe et la tension est abaissée au moyen d'un auto-transformateur refroidi par un ventilateur. L'air comprimé nécessaire à la manœuvre des freins, du trôlet, des contacteurs et de l'inverseur du système de contrôle est produit par un compresseur commandé par un petit moteur monophasé de 3,3 chevaux. Tous les appareils auxiliaires : contacteurs, compresseurs, etc., sont placés à l'intérieur de la locomotive et les appareils de protection sur le toit.

Fig. 4. — Locomotive monophasée de Rome à Civita-Castellana.

Exploitation de la ligne. — Il y a actuellement en service sept automotrices à voyageurs et trois locomotives.

Les automotrices pèsent en charge 12^t environ et remorquent normalement une baladeuse à 40 places, pesant 8^t, à la vitesse moyenne de 30 kilomètres.

Les locomotives pèsent 20^t et sont employées :

1° Pour remorquer des trains de marchandises de 75^t (y compris le poids de la locomotive) à la vitesse de 40 km : h. en palier et de 15 km : h. sur rampe de 4,5 pour 100, avec tension normale, et de 15^{km} à 10^{km} à l'heure avec tension réduite. La puissance demandée à la centrale est de 80 à 160 kilowatts dans le premier cas et de 81 à 140 kilowatts dans le second. Les essais effectués avec un train de 75^t ont démontré que, pendant la période d'accélération, la locomotive absorbe environ 45 ampères pendant 45 secondes. Ce courant diminue alors rapidement jusqu'à ce qu'il ait atteint 16 ampères au bout de 3 minutes environ.

2° Des trains de voyageurs de 50^t (y compris le poids de la locomotive) à la vitesse de 45 km : h en palier, de 30 km : h sur rampe de 1 pour 100, 25 km : h de 2 pour 100 et 18 km : h sur rampe de 4 pour 100.

Le service des voyageurs est assuré dans la partie suburbaine de la ligne par des automotrices avec remorque se suivant tous les quarts d'heure. Pour le service interurbain, quatre trains circulent quotidiennement dans chaque direction.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉPHONIE.

Du Téléphone de Bell aux Multiples automatiques. Essai sur les origines et le développement du téléphone. — De toutes les applications de l'électricité, il en est peu de curieuses et qui forcent une admiration étonnée à l'égal de la téléphonie.

Par l'apparente complexité qu'il présentait, le problème du transport électrique de la parole ne tenta pas dès l'abord les efforts des savants, qui pensèrent avoir à mieux connaître les qualités du son et leurs relations avec les particularités du mouvement sonore avant de songer à sa transformation et à son transport sous un mode électrique.

Et cependant Helmholtz n'avait pas encore achevé sa magistrale étude du timbre des sons, qu'un simple instituteur d'une petite ville d'Allemagne, Philippe Reiss, avait trouvé le moyen de transmettre à distance par l'électricité les sons musicaux et parfois, bien que sans précision, quelques sons de la voix humaine.

C'est que l'ingéniosité et surtout l'observation patiente et profonde des phénomènes, par un esprit débarrassé de toute préoccupation théorique et que n'arrête pas une trop grande confiance dans une éducation scientifique souvent absente, sont pour certains chercheurs d'élite de puissants moyens d'investigation. Ainsi s'explique le succès des recherches de Reiss; ainsi s'explique également, sans cependant pour cela s'excuser, l'incrédulité avec laquelle le savant Poggendorff accueillit l'invention de son compatriote, ne lui accordant même pas l'insertion, dans les Annales qu'il dirigeait, d'un Mémoire descriptif d'expériences exécutées cependant avec succès devant plusieurs sociétés scientifiques et devant quelques physiciens de valeur. Poggendorff condamna ainsi à un oubli momentané et au découragement l'inventeur du premier téléphone.

Importance sociale des communications téléphoniques. — Dans l'étude que nous allons faire de la téléphonie, je ne crois pas inutile de rappeler ici d'une manière brève aussi bien les premières tentatives faites pour résoudre le problème que les succès qui suivirent certaines de ces tentatives. Cet historique rapide des premières recherches téléphoniques nous conduira au téléphone de Bell qui marque l'essor de la téléphonie pratique. Deux phases dans cet essor : le téléphone de Bell, le microphone de Hughes. Alors la téléphonie, parcourant la carrière d'une des applications pratiques les plus fécondes, est devenue un des besoins impérieux de la vie sociale et se trouve actuellement intimement liée au développement industriel. Supprimant les distances et liant, d'une manière plus souple encore que ne le fait le télégraphe, les collaborateurs divers d'une même œuvre, elle décuple les effets de leurs efforts par la suppression de toute perte de temps et par la facilité qu'elle leur donne de suivre à distance et sans s'arrêter les résultats de leurs travaux; d'en coordonner, par suite, les moindres détails.

Complexité du problème des communications téléphoniques. — Mais pour réaliser ce but la téléphonie pratique a vu se dresser devant elle un problème d'une complexité inouïe auquel son développement même imprime une acuité et une difficulté croissantes. A mesure que les services rendus par le téléphone s'apprécient, un nombre de plus en plus grand de travailleurs de tous ordres empruntent son secours. Le service des communications téléphoniques s'étend et se complique. Au nombre croissant des abonnés d'une même ville, qui atteignirent successivement des centaines, des milliers, des dizaines de mille et qui s'élèvent aujourd'hui dans de grands centres à plus de cent mille, vinrent s'ajouter les réseaux interurbains, l'exigence naturelle qu'éprouva la clientèle du téléphone de communiquer non seulement avec les abonnés d'une même ville, mais avec ceux de toutes les villes d'un même pays, voire même avec ceux des pays voisins.

Alors naquirent successivement des organes de liaisons, des conjoncteurs de plus en plus compliqués : jack-knive à contacts de plus en plus nombreux, tableaux centraux dont le nombre des conducteurs s'amplifiait démesurément, standard réalisant une judicieuse et compacte disposition du matériel; multiples enfin qui, malgré l'ingéniosité étonnante de leurs combinaisons, paraissent ne pouvoir suffire eux-mêmes à desservir la multitude de plus en plus croissante, de plus en plus exigeante des abonnés et qui semblent devoir, dans un avenir prochain, être détrônés par les systèmes à mise en communication automatique des abonnés, qui déjà font leur apparition.

Plan de cette étude. — C'est l'histoire de la naissance et l'histoire du développement industriel du téléphone avec ses phases diverses que nous allons

essayer de tracer ici, laissant un peu de côté la description des nombreux transmetteurs et récepteurs dont les types se multiplièrent à l'infini (en se différenciant très peu d'ailleurs) par l'effet d'une concurrence qu'activait le développement industriel croissant de la téléphonie. J'estimerai suffisant d'indiquer d'une manière nette les principes expérimentaux sur lesquels reposent tout transmetteur et tout récepteur, et cet exposé servira de transition naturelle entre celui de la recherche du téléphone et celui de l'adaptation de ce merveilleux appareil aux besoins et aux exigences de la pratique.

I. — Invention du téléphone. Les précurseurs de Graham Bell.

Expérience de Page. — Un phénomène sonore produit par des variations rapides d'aimantation fut le point de départ des recherches qui devaient aboutir au téléphone. C'est le physicien américain Page qui, en 1837, découvrit ce phénomène. En approchant rapidement les pôles d'un aimant en fer à cheval d'une bobine aplatie enroulée en hélice, on obtient un son. De la Rive, Gassiot, Mac Gauley, Neef varièrent le dispositif de Page et obtinrent en particulier des *vibrateurs électriques*, produisant des sons musicaux avec une intensité plus grande encore que ne l'avait obtenue Page.

En fait ce phénomène est celui que nous obtenons journellement, lorsque nous envoyons un courant électrique alternatif dans un solénoïde armé ou non de fer. La hauteur du son obtenu varie avec la fréquence du courant.

Idée de Ch. Bourseul. — En 1854, un employé de l'Administration française des Télégraphes, Charles Bourseul, poursuit avec un espoir non dissimulé le problème de la téléphonie. « Imaginez, écrit-il, qu'on parle près d'une plaque mobile assez flexible pour ne perdre aucune des vibrations produites par la voix, que cette plaque établisse et interrompe successivement la communication avec une pile; vous pourrez avoir à distance une autre plaque qui exécutera en même temps les mêmes vibrations. » C'est là presque une divination de nos téléphones, et la description du dispositif de transmission que devait réaliser six ans plus tard Philippe Reiss. « Il est certain, ajoute Bourseul, que dans un avenir plus ou moins lointain la parole sera transmise à distance par l'électricité. J'ai commencé à faire des expériences à cet égard; elles sont délicates et exigent du temps et de la patience, mais les approximations obtenues font entrevoir un résultat favorable. »

Bourseul ne réussit pas à obtenir la solution du problème; il ne fut d'ailleurs aucunement encouragé par son entourage.

Téléphone de Ph. Reiss. — Le premier dispositif

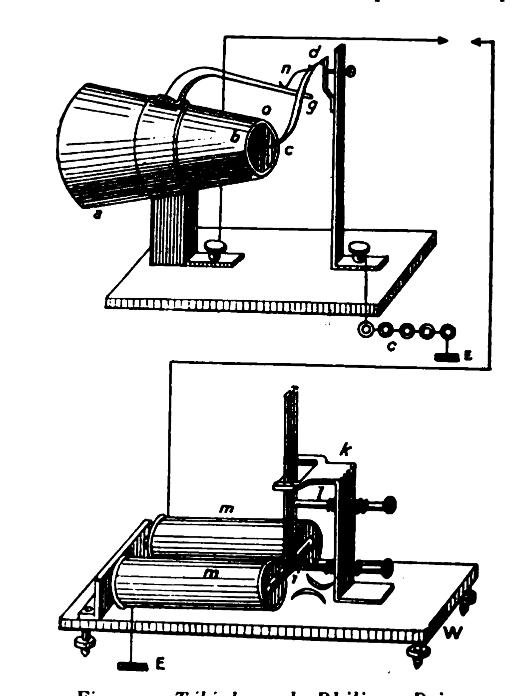


Fig. 1. — *Téléphone de Philippe Reiss.*
Premier dispositif.
Les vibrations d'une membrane interceptaient le courant d'une pile dans un électro-aimant récepteur.

que présenta Philippe Reiss est représenté par la figure 1. Le transmetteur est constitué par une membrane

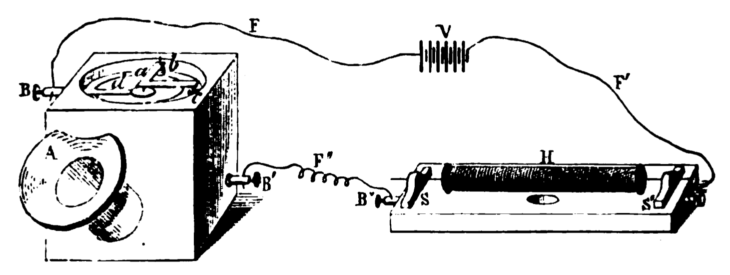


Fig. 2. — *Téléphone de Ph. Reiss.* (Second dispositif.)
Téléphone à l'aide duquel des sons articulés peuvent être transmis.

formant le fond d'une embouchure devant laquelle on produit les sons. Les vibrations de la membrane mettent en jeu un léger stylet qui intercepte et rétablit à chaque vibration le courant d'une pile. Ce courant est

envoyé dans un électro-aimant et, comme les vibrations du stylet en font un courant ondulatoire par l'application du principe expérimental découvert par Page, le son musical est reproduit par l'électro-aimant avec sa tonalité. « Comme on peut se servir, écrit Reiss, pour transmettre ces sons, du fil du télégraphe électrique, j'appelle cet instrument *téléphone*. » L'instituteur allemand inventeur du premier téléphone fut aussi le premier à employer ce mot pour désigner l'appareil qui offrait une solution du problème du transport de la voix à distance. La figure 2 donne une vue du téléphone de Reiss, tel qu'il était construit en 1866. Les interruptions du courant suivaient d'une manière plus parfaite encore les vibrations de la membrane qui tapissait l'une des parois d'une caisse munie d'une ouverture près de laquelle les sons étaient produits.

Le récepteur utilisant toujours le phénomène de Page était formé d'une mince tige d'acier (2^{mm} de diamètre) disposée dans l'axe d'un solénoïde qui, parcouru par les courants ondulatoires, subissait une série d'aimantations et de désaimantations successives sous l'influence desquelles la tige vibrait, reproduisant le son musical émis devant l'embouchure du transmetteur.

Le physicien Quincke, qui professait à l'Université d'Heidelberg, rapporte qu'il vit fonctionner l'appareil et qu'il entendit fort bien toute une phrase transmise par l'appareil, qui ainsi non seulement transportait les sons musicaux, mais parfois ceux de la voix humaine.

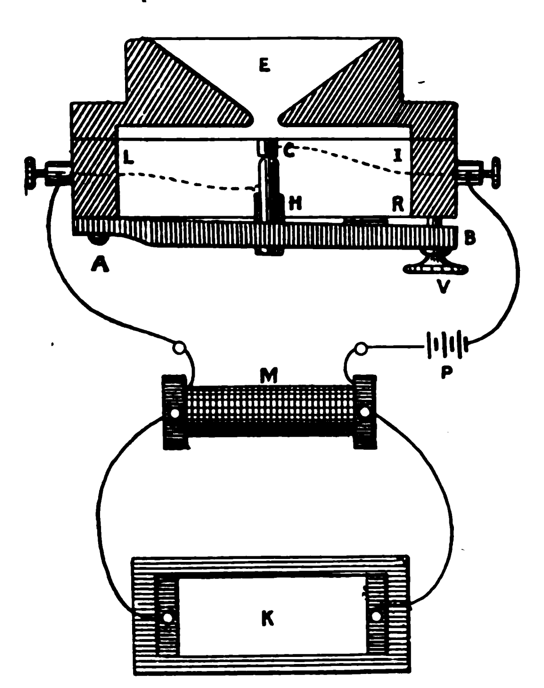


Fig. 3. — *Condensateur chantant de Pollard et Gasnier.*
Des sons émanant des feuilles d'un condensateur K relié par un transformateur M à un transmetteur de Reiss E.

Le condensateur chantant. — Jusqu'en 1876 on ne se préoccupa guère que de perfectionner légèrement le téléphone musical de Reiss sans chercher ou du moins sans arriver à obtenir d'une façon sûre la transmission de la parole articulée. Cecil et Léonard Wray, Elisha Gray contruisirent des dispositifs dérivés de celui de Reiss. Pollard et Garnier après Varley réussirent à faire chanter un condensateur électrique lié par l'entremise d'un transformateur avec un transmetteur du genre de celui de Reiss.

Ce *condensateur chantant* est représenté figure 3; le condensateur comporte 30 feuilles de papier de 9^{cm} sur 13^{cm} séparant 28 feuilles d'étain de 6^{cm} sur 12^{cm}; le transformateur est formé de 4 couches pour le primaire, de 20 couches pour le secondaire, enroulées sur une bobine à noyau de fils de fer fins de 1^{cm} de diamètre et de 7^{cm} de longueur.

Invention simultanée d'un téléphone par Elisha Gray et par Graham Bell. — Le 14 février 1876, à 2 heures d'intervalle, deux Mémoires descriptifs d'inventions étaient déposés, à l'Office des patentes de Washington. A 2^h une demande de brevet formulée par Graham Bell, alors professeur à l'institution des sourds-muets de Boston, concernait un téléphone à pile. A 4^h une demande de simple caveat déposée par Elisha Gray, électricien à Chicago, concernait également l'invention d'un téléphone à pile.

L'appareil que Graham Bell faisait breveter est représenté figure 4. Une pile envoie son courant dans deux

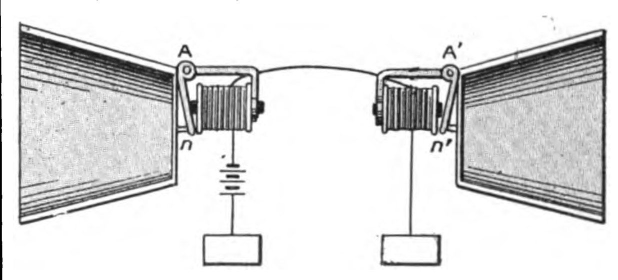


Fig. 4. — *Premier téléphone à pile, breveté par Bell.*
Les résultats obtenus ne satisfont pas l'inventeur, qui l'abandonne.

électro-aimants boiteux, disposés en série, placés chacun au voisinage d'une membrane et constituant l'un le transmetteur, l'autre le récepteur. Les sons qui émeuvent la membrane en A font vibrer une pièce de fer *n* fixée en son centre et qui, dès lors, s'approche et s'éloigne successivement de l'électro-aimant A. Un dispositif en tous points identique constitue en A' le récepteur. Les résultats que Graham Bell obtint avec ce dispositif ne furent pas satisfaisants et il s'empressa du reste de l'abandonner.

Téléphone d'Elisha Gray. — Le dispositif pour lequel Elisha Gray demandait un caveat (¹) est très nettement représenté par la figure 5. Les vibrations d'une membrane *a*, transmise à une tige qui, dès lors, s'en-

(¹) Le *caveat* protège l'inventeur qui a obtenu quelques résultats, mais perfectionne encore sa découverte. Pendant un an, il se trouve informé de toute demande pour une invention semblable et peut y faire opposition.

fonce plus ou moins dans le liquide de B, font naître des variations de résistance dans le circuit d'une pile,

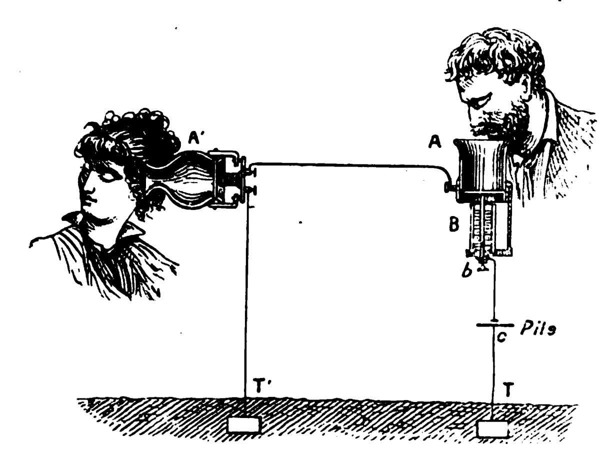


Fig. 5. — *Téléphone breveté par Elisha Gray.*

Au transmetteur les vibrations d'une membrane font varier la résistance de la colonne liquide. Récepteur du genre Reiss.

circuit fermé, d'autre part, par l'électro-aimant du récepteur A' en face duquel se trouve la membrane réceptrice qui porte en son centre une lame de fer doux.

La description d'Elisha Gray est si précise, qu'elle permet la construction d'un appareil qui constituerait certainement un téléphone transmettant la voix articulée.

Disons de suite que la coïncidence de leur demande fit naître entre les deux inventeurs un procès qui dura fort longtemps. Tout d'abord le tribunal de Washington, s'appuyant sur la priorité de 2 heures en faveur de Graham Bell et surtout sur le fait qu'une demande de brevet avait été formulée par lui alors qu'un simple caveat était demandé par son compétiteur, se prononça en faveur de Graham Bell.

A la suite de nouvelles actions judiciaires durant lesquelles, d'ailleurs, Graham Bell perfectionna et exploita son invention alors que Elisha Gray laissa son dispositif au point où il était lors de sa demande de caveat, un compromis survint entre les deux inventeurs et une même Compagnie leur acheta leurs droits de patente.

II. — Le téléphone de Bell et le microphone de Hughes.

Premier perfectionnement de Bell. — Nous avons dit que le premier appareil de Bell ne le satisfit pas et que, bientôt, il l'abandonnait pour le perfectionner. Voici le deuxième dispositif empruntant encore le courant d'une pile qu'il construisit (*fig.* 6). La membrane du transmetteur est formée d'un disque mince de fer placé au fond du pavillon A. Cette membrane vibre en regard de l'armature de l'électro-aimant B. Le récepteur est un électro-aimant tubulaire, sorte d'électro-aimant boiteux dont l'armature B est une tige de fer doux recouverte du solénoïde actif et qui est en contact avec un cylindre de fer doux C dépourvu de solénoïde. Sur ce cylindre s'appuie, par les bords, un mince disque de fer A qui se trouve au voisinage du pôle B et vibre sous l'influence du courant ondulatoire que provoque les mouvements de la membrane du récepteur. C'est avec ce

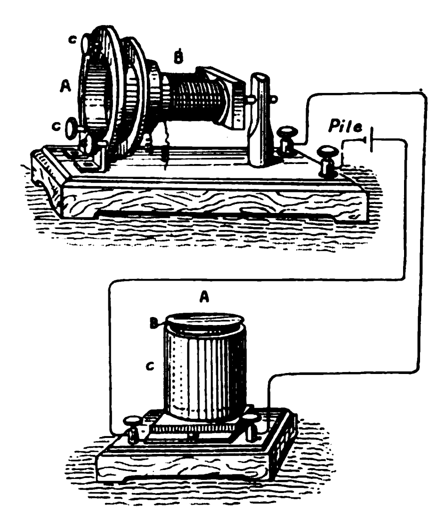


Fig. 6. — *Deuxième téléphone à pile de Graham Bell.*

Au transmetteur une membrane en fer vibre au voisinage d'un électro. Le récepteur est un électro-aimant muni d'une membrane magnétique. Bell obtint ainsi le transport de la voix.

dispositif que Graham Bell entendit confusément, mais sans avoir à s'y méprendre, une réponse de son aide à qui par l'appareil il avait posé une question. C'est ce téléphone à pile qui figura à l'Exposition de Philadelphie.

Nouveau perfectionnement : téléphone électromagnétique de Bell. — Graham Bell chercha à perfectionner encore son instrument, désireux d'accroître l'intensité des sons et la netteté de la réception. C'est ce souci qui devait le conduire au dispositif remarquablement simple et si merveilleux qu'est le téléphone dit *électromagnétique* ou à *induction* qui n'emprunte même plus pour le transport de la voix articulée le secours du courant d'une pile. Persuadé que l'intervention du courant dans ses dispositifs antérieurs n'avait pour effet que d'aimanter le noyau de fer des solénoïdes, il substitua à l'emploi de la pile la présence d'un aimant permanent au voisinage de l'enroulement solénoïdal. Un des premiers dispositifs réalisés est celui représenté par la figure 7. Chaque appareil récepteur et transmetteur se compose d'un puissant aimant permanent en fer à cheval, disposé à la manière de celui que Hughes employait dans son télégraphe imprimeur. Avec deux semblables appareils liés ensemble par un circuit fermé, les sons pouvaient être entendus (faiblement, il est vrai) sans le secours d'aucune pile par une nombreuse assemblée. Ce premier téléphone à induction de Bell fut exposé le 12 février 1877 à l'Institut d'Essex, à Salem (Massachusetts), et y reproduisit, devant un auditoire de 600 per-

sonnes, un discours prononcé à Boston, à environ 30km dans un appareil identique.

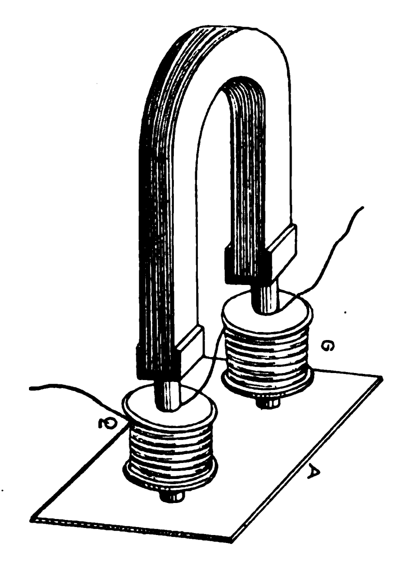


Fig. 7. — *Premier type de téléphone électro-magnétique de Graham Bell.*

Une membrane magnétique vibre au voisinage des pôles d'un électro-aimant polarisé. L'appareil est réversible. Le transmetteur et le récepteur, identiques, liés par un circuit, assurent le transport de la voix sans aucune pile.

Un des types, resté longtemps classique, de ce téléphone à induction de Bell qui devait prévaloir sur tous les autres dispositifs est représenté par la figure 8. Il

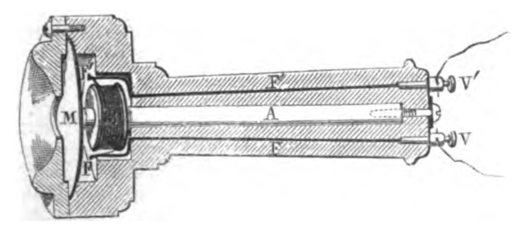


Fig. 8. — *Téléphone électromagnétique de Graham Bell.* (Type classique.)

est à aimant permanent rectiligne dont on peut aisément régler la distance à la plaque vibrante M.

Nombreuses variantes du téléphone Bell; leur classement. — D'innombrables variantes de cet appareil ont été et sont encore employées dans tous les pays. Nous signalerons le type Ader (*fig.* 9), fort usité et qui restitue l'usage d'un aimant permanent en fer à cheval. A noter l'addition d'un anneau de fer doux XX inséré en avant de la plaque vibrante MM et qui, en concentrant les lignes de force dans la plaque, surexcite la sensibilité de l'appareil. Tous ces types peuvent d'ailleurs être rapprochés des deux dispositifs adoptés par Bell, le dispositif à aimant permanent en fer à cheval et le dispositif à aimant permanent rectiligne (*fig.* 10), comme le montrent les schémas de la figure 11, empruntés à un récent Ouvrage de M. Estaunié.

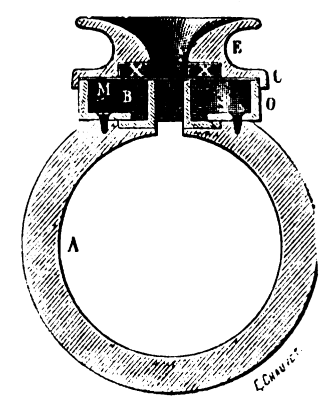


Fig. 9. — *Téléphone de Graham Bell.* (Type Ader.)

Deux téléphones à induction de Bell, disposés dans un même circuit, permettent la transmission de la parole d'un lieu à un autre. Toutefois, la distance à laquelle le

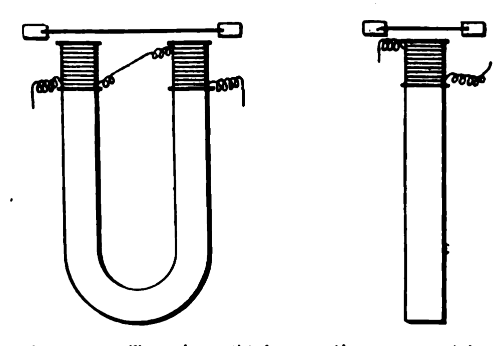


Fig. 10. — Tous les téléphones électromagnétiques se rapportent aux types primitifs de Graham Bell.
Type 1, à aimant en fer à cheval.
Type 2, à aimant rectiligne.

dispositif cesse d'être pratique par l'affaiblissement même des sons est telle, que le téléphone aurait vu son utilisation assez limitée si l'invention du microphone par Hughes n'était venue donner un essor prodigieux au nouveau mode d'intercommunication.

Principe du microphone de Hughes. Observation de du Moncel. — Le principe du microphone réside dans l'emploi d'un contact imparfait entre deux corps conducteurs et sur le fait, observé et signalé dès 1856 par du Moncel, que la résistance électrique d'un tel contact varie avec la pression des corps qui le réalisent.

En 1877, Hughes montra que si l'on intercale un contact imparfait, deux crayons de charbon de cornue mis en croix l'un sur l'autre par exemple, dans le circuit d'une pile comprenant un téléphone de Bell, le contact imparfait se montrait capable de transmettre les sons qui se trouvaient reçus par le téléphone avec une remarquable intensité. Dans le schéma de la figure 12 qui représente le principe du microphone, le contact

9....

imparfait est formé au moyen d'un crayon cylindrique de charbon de cornue dont les extrémités taillées en pointes reposent par simple contact dans deux alvéoles de charbon de cornue.

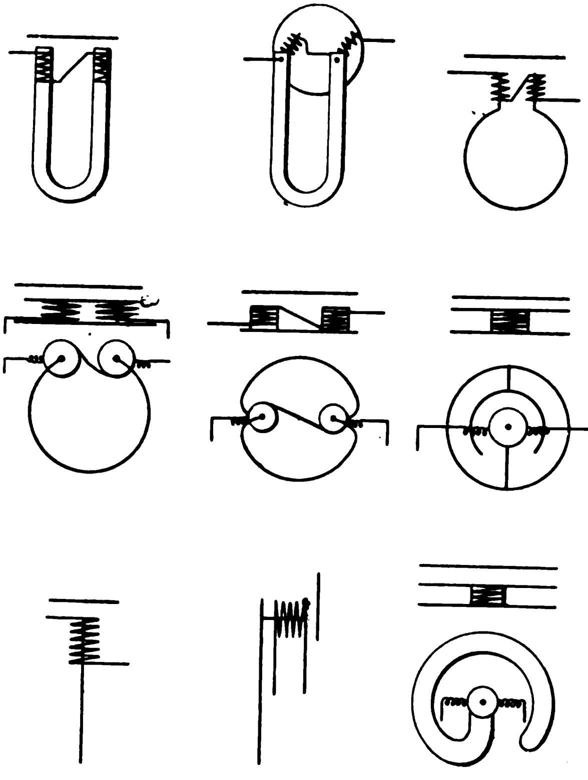


Fig. 11. — Schéma des principaux téléphones électromagnétiques rangés suivant les deux types primitifs de Graham Bell.

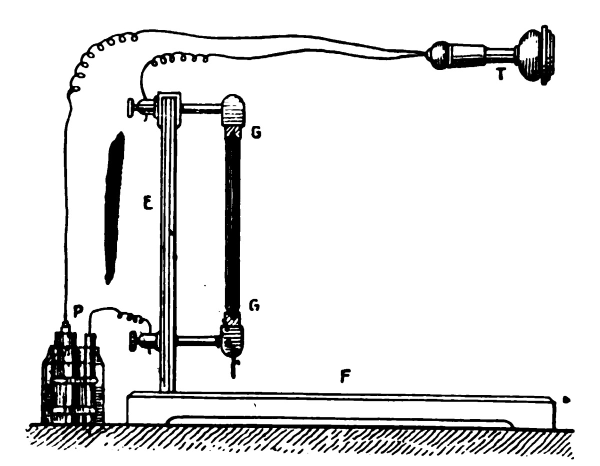


Fig. 12. — *Principe du microphone de Hughes.*
Un contact imparfait (crayon de charbon appuyé sur deux alvéoles), disposé avec un téléphone Bell T dans le circuit d'une pile P, permet la transmission des sons articulés.

Amplification des moindres bruits par le microphone. — Le moindre grattement sur la planche du support suffit à déterminer un grincement intense dans le téléphone T. C'est ainsi que les pas d'une mouche marchant sur le support s'entendent parfaitement; le cri même de la mouche, surtout son cri de mort, devient perceptible; un scarabée qui marche sur le support fait entendre le bruit du piétinement d'un cheval. Le frôlement d'une barbe de plume, la chute d'une petite balle de coton produisent un véritable vacarme dans le téléphone. Les battements d'une montre (*fig.* 13) posée sur le support de l'appareil s'entendent à 10cm et même 15cm du récepteur.

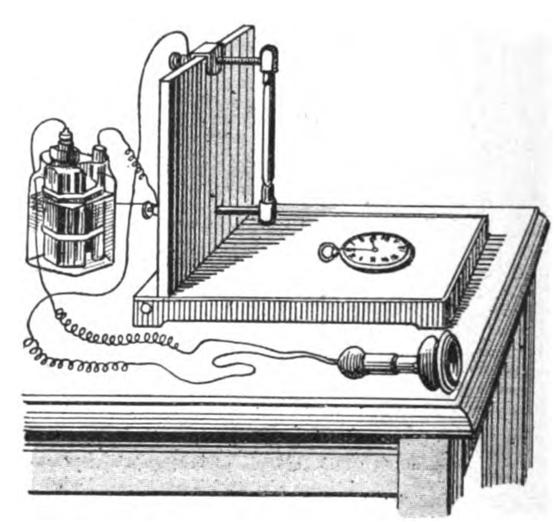


Fig. 13. — Le microphone de Hughes réalise un transmetteur des plus sensibles. Les battements d'une montre posée sur la planchette du microphone s'entendent à 15cm du téléphone.

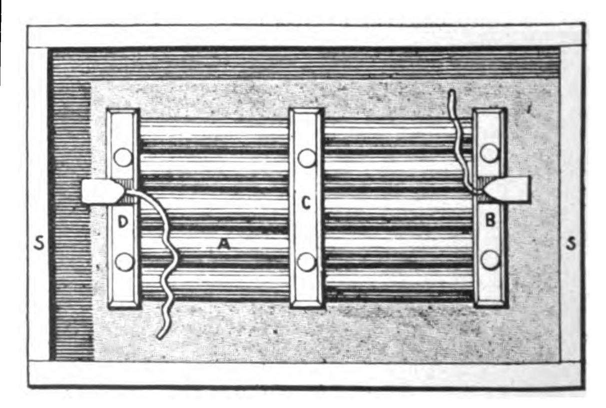


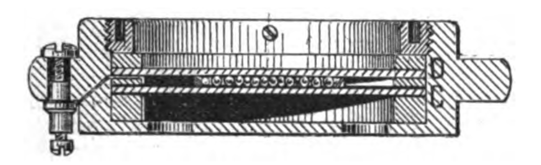
Fig. 14. — *Microphone à crayons.* (Type Ader)
Des crayons de charbon de cornue reposant dans des alvéoles creusées dans trois réglettes de charbon réalisent autant de contacts imparfaits.

Diverses variantes du microphone de Hughes; leur classement. — De même que pour le téléphone à in-

duction de Bell, d'innombrables types de microphones Hughes ont été réalisés. On peut les classer en deux catégories : les *microphones à crayons* et les *microphones à grenaille ou à limaille*.

Microphones a crayons. — Comme type des microphones à crayons, nous citerons le type Ader (*fig.* 14) constitué par l'ensemble de dix crayons de charbon cylindriques et disposés parallèlement en deux rangées. Les extrémités de chaque crayon reposent dans des alvéoles pratiquées dans l'épaisseur de trois réglettes parallélipipédiques de charbon qui sont fixées à une mince planchette de sapin soutenue par ses bords dans un plan horizontal ou légèrement incliné. C'est contre cette planche qu'on parle.

Microphone a grenaille ou a limaille. — Comme type des microphones à grenaille, nous indiquerons le microphone Berthon (*fig.* 15) constitué par deux



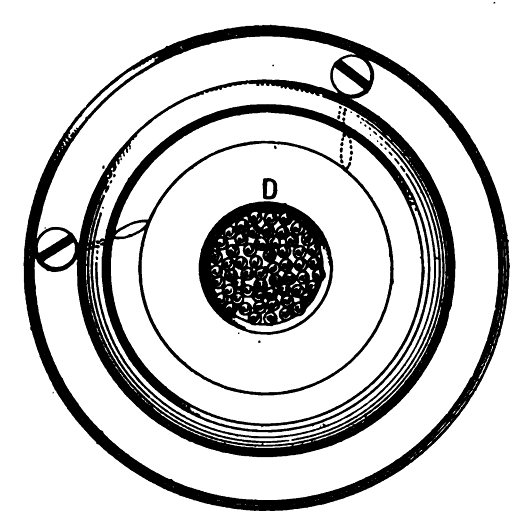


Fig. 15. — *Microphone à grenaille.* (Type Berthon.)
Les contacts imparfaits sont produits par des granules de charbon logés entre les plaques de charbon C et D.

plaques de charbon C, D serrées entre trois anneaux de caoutchouc E, F, G et comprenant entre elles de la grenaille de charbon qui se meut librement entre les deux plaques, en leur milieu, dans une sorte de cuvette formée par un mince anneau d'ébonite *c* compris entre les deux plaques de charbon. On parle contre la plaque de charbon supérieure D. Citons encore le microphone solid-block à limaille de charbon que la figure 16 représente et qui est de plus en plus usité dans l'Administration française.

Les microphones à grenaille ou à limaille ont actuellement la préférence sur ceux à crayons; ils ne donnent pas lieu à *crachements*. Ils reproduisent d'une façon remarquable le timbre de la voix et conservent leur sensibilité.

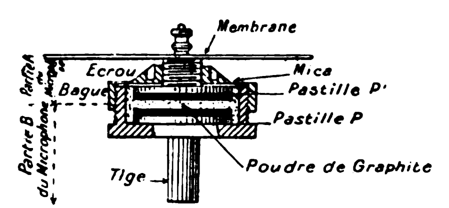


Fig. 16. — *Microphone à limaille.* (Type Solid-Block.)
Le contact imparfait est obtenu par de la poudre de graphite disposée entre deux pastilles de la même substance.

Ce sont ces microphones à grenaille ou à limaille, dérivés de celui préconisé par Charles Bourseul (1) en 1878 et breveté la même année par Henry Hunnings (2), qui permettent actuellement de communiquer à 1500^{km} et 2000^{km}. La pratique a montré qu'il y a avantage à avoir le moins possible de grenaille répartie sur une surface de contact aussi grande que possible, d'où l'emploi d'alvéoles pour chaque grain moulé.

III. — L'explication précise du phénomène téléphonique parait impossible. Curieuses expériences de téléphonie.

Les vibrations de la plaque ne suffisent pas a rendre compte du phénomène. Observation de M. Mercadier. — Voici donc le téléphone à induction de Bell et le microphone de Hughes qui assurent au nouveau mode de communication un succès certain et qui leur permettront une utilisation de plus en plus généralisée. Mais quel est le processus de cette transmission de la voix qui s'obtient par la mise en œuvre de procédés si simples? Chose admirable! deux électro-aimants à armatures aimantées permettent de transporter la voix, et il suffit de deux pointes disposées en croix pour accroître, dans une proportion inespérée et par le simple secours d'une pile, la portée de la parole. Voilà le résultat, auquel aboutissent les recherches patientes de multiples chercheurs depuis Page jusqu'à Bell et à Hughes, résultat d'une simplicité déconcertante.

Au moins, cette simplicité va-t-elle nous permettre de pénétrer le mécanisme de cette transmission? Nullement, et l'impossibilité où nous sommes aujourd'hui encore de donner la raison de ces phénomènes et d'établir une théorie acceptable du téléphone est au moins aussi étonnante que la simplicité des procédés qui solutionnent le problème du transport de la voix.

Au premier abord l'explication du téléphone de Bell paraît simple : les vibrations de la plaque du transmetteur déterminent le régime des courants induits qui actionnent à distance la plaque réceptrice, laquelle, reproduisant les vibrations mêmes de la première plaque, répète le son qui l'émut.

(1) Bourseul, *Soc. française de Phys.*, 20 décembre 1878.
(2) Hunnings, *Brevet anglais*, du 16 septembre 1878.

Mais, ainsi que l'observe M. Mercadier, la rigidité du diaphragme, pas plus pour la réception que pour la transmission, n'est indispensable; sa présence même n'importe que pour augmenter l'intensité des effets et non pour les produire. Voici d'ailleurs toute une série d'observations faites par maint observateur, au cours de l'analyse expérimentale du téléphone qu'ils tentèrent, qui décourage toute explication théorique.

Expérience de l'abbé Laborde. — L'abbé Laborde constate qu'un téléphone avec diaphragme en substance non magnétique reproduit parfaitement les sons.

Expérience d'Ader. — Ader constitue un téléphone par un fil de fer fixé par un bout sur une planchette de bois et soudé par l'autre bout à une masse métallique. Autour de ce fil de fer, un solénoïde est enroulé et communique avec le circuit d'un parleur microphonique. L'appareil (*fig.* 17) reproduit la parole plus haut que

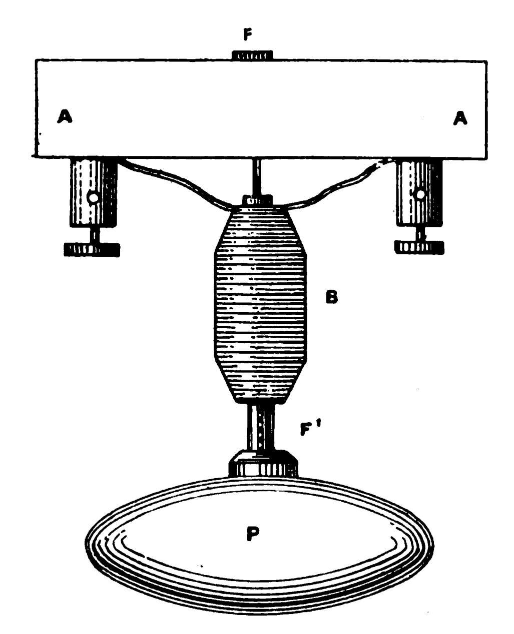


Fig. 17. — *Expérience d'Ader.*

Une tige de fer FF' soutenant un poids P et disposée dans l'axe d'un solénoïde forme un récepteur téléphonique.

les téléphones de Bell et avec une netteté supérieure. Les sons s'entendent à 10^{cm} et 15^{cm} de la planchette. D'ailleurs, une simple bobine à spires peu serrées et mobiles entre elles, collée à une planchette de bois, reproduit la parole. Si les spires cessent d'être lâches ou si elles sont noyées dans de la gomme laque, tout son s'éteint; mais la réception reprend par l'introduction d'un fil de fer aimanté fixé dans la planchette.

Expériences de du Moncel. — Du Moncel a également obtenu la réception du son au moyen de fragments de ressort de montre fixés à une planchette et aimantés à saturation. Quand la bobine en relation avec le circuit est placée à l'extrémité du ressort, aucun son n'est reçu; mais, dès qu'on l'applique contre la planchette (*fig.* 18), la parole est parfaitement transmise. Quand la bobine est au milieu du ressort, les sons sont moins forts. Ce dispositif de du Moncel put servir de récepteur, non seulement en employant comme transmetteur un microphone et le courant d'une pile, mais encore en prenant comme transmetteur un simple téléphone de Bell, sans le secours d'aucun autre courant que ceux produits par l'induction dans le transmetteur.

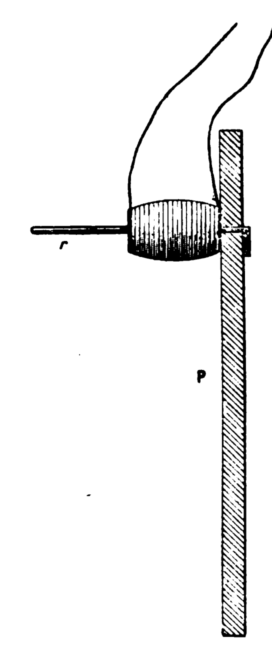


Fig. 18. — *Expérience de du Moncel.*

Un ressort d'acier fixé à une planchette P et formant l'axe d'un solénoïde constitue un récepteur lorsque le solénoïde appuie contre la planchette.

Du Moncel ainsi qu'un grand nombre d'autres expérimentateurs constatèrent qu'un téléphone Bell ordinaire privé de son diaphragme reproduit cependant la parole. Il faut, il est vrai, employer alors comme transmetteur un microphone alimenté par une pile et de plus utiliser l'intermédiaire d'un transformateur. La parole est entendue d'autant plus facilement que le noyau magnétique du récepteur est plus fortement aimanté et de plus petite masse.

Expérience de Boudet de Pâris. — Boudet de Pâris obtint un récepteur téléphonique au moyen d'un microphone composé de deux charbons en contact dont l'un était fixé sur une lame métallique. Deux appareils semblables adaptés aux extrémités d'un même circuit alimenté par un seul élément Leclanché suffisent à transmettre et à reproduire la parole.

Autres expériences d'Ader. — C'est encore Ader qui obtient la transmission de la parole sans l'intervention d'aucune pile en soudant au centre du diaphragme d'un téléphone ordinaire un bout de fil de fer. Il suffit d'introduire ce fil de fer à l'intérieur d'un petit solénoïde et de le mettre en contact au sein même du solénoïde avec quelques morceaux de fil de fer pour que, sous l'influence des vibrations du diaphragme déterminées par

la voix, les courants électriques produits réagissant sur un téléphone ordinaire lui fassent reproduire la voix.

Autre curieuse expérience d'Ader : un ou deux téléphones récepteurs sont disposés en circuit. Sur l'un des fils du circuit, on place une lime neuve qu'on frotte avec un morceau de fer attaché au second fil; aucun son ne se produit dans les téléphones. Mais, si la lime est aimantée, on entend immédiatement des sons accentués qui se perçoivent encore, quand on frotte avec du cuivre rouge.

EXPÉRIENCE DE PERCIVAL JENNS. — Percival Jenns obtient encore la réception du son avec deux téléphones Bell alors qu'il retire du récepteur le barreau aimanté. Deux disques découpés dans une feuille de fer-blanc, tenus à la main par une petite bande de fer qui les réunit et permet d'introduire entre eux la bobine du récepteur, permettent la réception des sons alors même qu'aucune liaison n'existe entre les disques et la monture de bois de la bobine. Enfin une carcasse de bobine en fer recouverte de fil suffit à constituer un récepteur.

EXPÉRIENCE D'ELISHA GRAY. — Elisha Gray emploie comme récepteur téléphonique le doigt frottant sur un disque de zinc dont la surface est oxydée de manière à présenter une résistance au point de contact. Si le disque est mis en rotation et que le doigt et le disque se trouvent interposés dans le circuit secondaire d'une bobine d'induction dont le circuit primaire est relié à un parleur microphonique, la parole sort du doigt frottant le disque de zinc.

EXPÉRIENCE D'EDISON. — M. Edison constitue un récepteur au moyen d'une lame ressort *b* (*fig.* 19) fixée

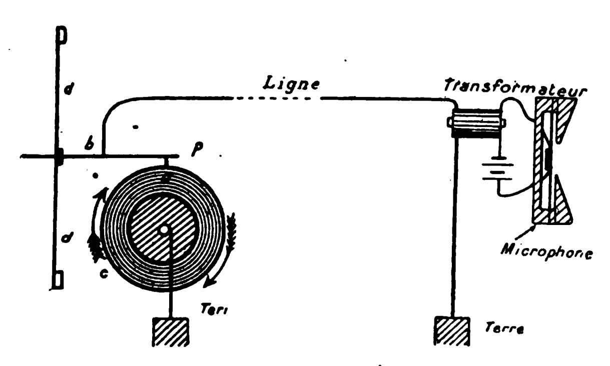


Fig. 19. — *Expériences d'Elisha Gray et d'Edison.*

Dans un dispositif dont le schéma est celui figuré, la ligne aboutit à un doigt métallique *p* ou au doigt même de l'opérateur frottant sur un cylindre de chaux humide ou de zinc en rotation. La parole sort du doigt.

à un diaphragme de mica *dd* et qui appuie par son extrémité libre *p*, munie d'un frotteur de platine, sur un cylindre de chaux imprégné d'hydrate de potasse et d'acétate de mercure. Ce cylindre est légèrement humidifié. Au moment du passage du courant, il se produit des diminutions de friction qui se traduisent, le cylindre étant animé d'un mouvement de rotation, par des mouvements rétrogrades du ressort *b*. La liaison de ce récepteur ou transmetteur est obtenue de la manière qu'indique le schéma de la figure 19.

EXPÉRIENCE DE BREGUET. — Enfin voici un téléphone combiné par Breguet en associant deux électromètres capillaires de Lippmann qui, sans mettre en jeu aucun effet d'induction du genre de ceux produits dans l'appareil de Bell, permet la transmission de la voix sans le secours d'aucune pile. Le dispositif que représente la figure 20 consiste en deux électromètres capillaires dont

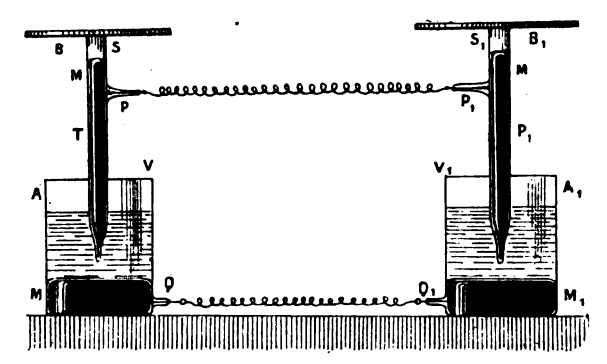


Fig. 20. — *Expérience de Breguet.*

Deux électromètres capillaires de M. Lippmann réunis forment un dispositif propre à transmettre la voix.

on réunit les électrodes par deux fils de ligne. Chaque tube est recouvert d'une rondelle mince de sapin. Si l'on parle contre l'une des planchettes, une oreille attentive à l'autre planchette perçoit le son de la voix.

CONDENSATEUR CHANTANT ET CONDENSATEUR PARLANT. — Nous rappellerons encore le condensateur chantant que nous avons précédemment décrit et le perfectionnement qui vient récemment d'y être apporté par M. Argyropoulos, qui, après A. Dunand (*Comptes rendus,* 3 janvier 1881) et C. Herz (brevet, 9 juin 1880), après M. J.-W. Giltay, de Delft (lequel parvint également, en 1885, à faire parler un condensateur), obtient la réception de la voix humaine au moyen d'un condensateur. Voici le dispositif du condensateur parlant de M. Argyropoulos.

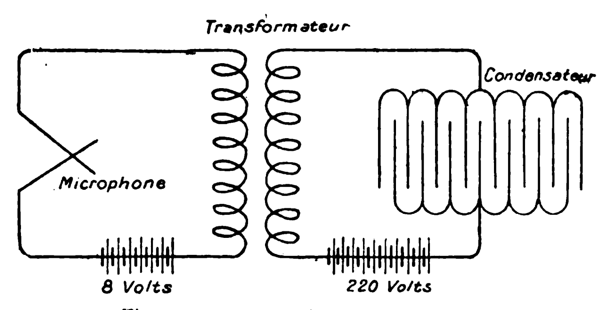


Fig. 21. — *Le condensateur parlant.*

Dispositif de l'expérience de M. Argyropoulos, imitée d'expériences antérieures (MM. A. Dunand, C. Herz, G.-W. Giltay).

Un fort microphone est relié à l'un des circuits d'un transformateur (*fig.* 21) qui comprend quatre accumulateurs. Le transformateur est à noyau de fer feuilleté formé par des lames de 3^{cm} à 4^{cm} d'épaisseur. Il com-

prend comme enroulements deux fils de cuivre de $2^{mm},5$ de diamètre et de 70^{m} de longueur chacun. Le condensateur, formé de feuilles d'étain et de papier fort paraffiné, est d'une capacité de 7 microfarads. Les deux armatures du condensateur sont, comme dans les expériences du Dr C. Herz, de M. Giltay, reliées à une source constante qui, dans les expériences de M. Argyropoulos, est à 220 volts, cela par l'intermédiaire du second fil du transformateur; on a soin de disposer chaque appareil, microphone, condensateur, transformateur, dans une chambre séparée. Toutes les paroles prononcées devant le microphone sont très distinctement et très nettement entendues des personnes se trouvant dans la chambre où est installée le condensateur. L'intensité de la voix augmente avec la différence de potentiel établie entre les armatures du condensateur. Avec 110 volts, la voix est encore nette, mais bien plus faible.

Curieuse observation du commandant Crépaux. — Pour terminer enfin cette nomenclature de procédés des plus divers permettant le transport de la voix articulée, nous citerons l'observation curieuse faite par M. Crépaux, chef de bataillon du génie, à Lunéville, en 1879. Dans cette ville, une installation téléphonique assez primitive était obtenue au moyen d'un fil de ligne en fer de 3^{mm} de diamètre, très tendu et fixé à un poteau d'où il s'infléchissait sur la gaine d'une cheminée. La gaine de la cheminée correspondait naturellement à l'âtre dans une chambre du premier étage du bâtiment. Quand on parlait dans le téléphone d'une station à l'autre, non seulement le récepteur parlait, mais la cheminée parlait, l'âtre parlait, et une personne couchée dans la chambre entendait de son lit toutes les paroles transmises. Le fil de terre suivait un tuyau de descente en zinc aboutissant à une pierre à évier; la pierre à évier parlait.

Cette observation corrobore parfaitement l'expérience d'après laquelle un microphone peut être employé comme récepteur. Le microphone est ici constitué par le contact imparfait réalisé au point de contact du fil avec ses supports. La transmission des vibrations aux différentes parties du bâtiment est le résultat d'une propagation sonore par l'entremise de corps solides.

Les variantes du téléphone sont aussi nombreuses que diverses. — G. Forbes obtenait un transmetteur au moyen d'un mince fil de platine amené à l'incandescence par un courant traversant en même temps le primaire d'un transformateur dont le secondaire était réuni à un téléphone écouteur. Il suffit de parler devant le fil incandescent pour transmettre la voix. Il n'est pas jusqu'à deux condensateurs qui, associés dans un circuit, remplacent deux téléphones et transportent la voix (J.-W. Giltay).

Ainsi donc, avant 1876, on cherchait par quel moyen on pourrait bien transmettre la parole à distance, et à peine la découverte de Bell est-elle faite qu'on trouve mille dispositions diverses pour solutionner la question.

IV. — Ce qu'on peut dire de plus général sur le téléphone. Installation téléphonique.

Les variations du flux magnétique assurent le transport de la voix. — Il semble bien que, dans le téléphone de Bell, ce qui assure le transport de la voix ce sont les variations qu'éprouve le flux de force magnétique (*fig.* 22) au cours des vibrations de la plaque de fer doux.

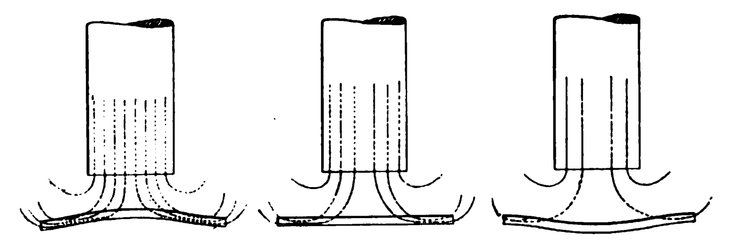


Fig. 22. — Schéma des variations qu'éprouve le flux de force pénétrant la bobine d'un téléphone Bell au cours des vibrations de la plaque de fer doux.

Le téléphone, transport électrique d'énergie. — Considérons, sur un circuit, deux téléphones de Bell associés (*fig.* 23). Ce qu'on peut dire de plus général concernant le phénomène observé, c'est qu'en A l'énergie mécanique des vibrations sonores communiquées à la plaque du parleur est, à la faveur d'un effet d'induction, transformée en énergie électrique, laquelle parcourt la ligne sous forme de courants et actionne l'écouteur. En B, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique manifestée par les vibrations de la lame vibrante de l'écouteur qui reproduit les sons émis devant le parleur. Mais, dès qu'on cherche à pénétrer le mécanisme de cette double transformation d'énergie, toute tentative d'explication s'évanouit, contredite qu'elle se trouve par de nombreux faits d'observation. Peut-être les idées nouvelles que nous nous faisons aujourd'hui concernant la matière aideront-elles à la solution du problème que le téléphone pose aux théoriciens. L'intime liaison qui paraît exister entre les situations relatives des particules d'un corps et son état électrique permet de l'espérer.

En résumé, le téléphone de Bell, par la parfaite réversibilité qu'il présente, nous offre un exemple nouveau de transport électrique de l'énergie.

La faiblesse des courants induits dans le téléphone de Bell, courants dont l'intensité ne dépasse pas

$\frac{1}{1000000}$ d'ampère, restreint, comme nous l'avons dit, la portée de l'appareil.

Le microphone de Hughes, en venant permettre d'alimenter un téléphone récepteur Bell par le courant d'une pile, accroît notablement la portée téléphonique. Ce n'est plus ici (*fig.* 24) l'énergie des vibrations sonores

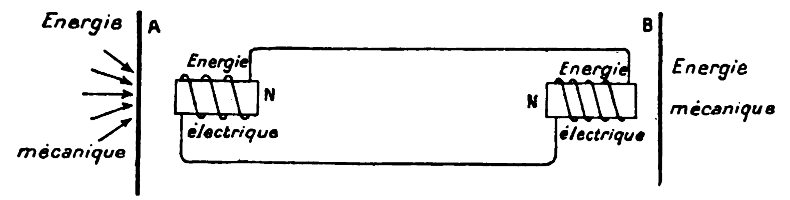


Fig. 23. — *Le téléphone, exemple de transport d'énergie.*

L'exemple de transformation d'énergie que présentent deux téléphones Bell disposés dans un circuit est ce que l'on peut dire de plus général et de plus certain concernant leur fonctionnement.

de la parole qui, après transformation, actionne l'écouteur; l'énergie mécanique de la voix n'a simplement pour effet que de lancer en la graduant l'énergie potentielle de la pile sous forme de courant dans le circuit de l'écouteur. Les ondes sonores frappant le contact imparfait agissent comme l'éclusier qui actionne une vanne; ce n'est point lui qui développe l'énergie du courant d'eau, qu'il ne fait simplement que graduer et commander.

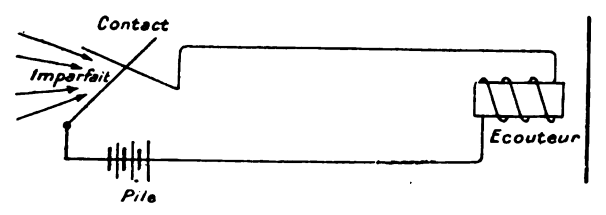


Fig. 24. — *Le son détermine et commande les émissions de courant du microphone.*

Dans le microphone, les ondes sonores, en frappant le contact imparfait, règlent l'envoi du courant de la pile P suivant la forme même de ces vibrations.

CONDITION DE LA TÉLÉPHONIE A GRANDE DISTANCE. EMPLOI D'UN TRANSFORMATEUR (EDISON). — Même avec l'emploi du microphone, le téléphone eût gardé une portée médiocre. Il est facile de s'en convaincre. Soient :

E, la force électromotrice de la pile;

r, la résistance du contact imparfait au repos;

R, la résistance du circuit téléphonique (le contact non compris):

$\pm\rho$, la variation de résistance extrême (augmentation ou diminution) qu'éprouve le contact sous l'effet des ondes sonores;

i et i', les intensités extrêmes (minimum et maximum) qu'atteint le courant.

On a

$$i = \frac{E}{R + r - \rho}, \qquad i' = \frac{E}{R + r + \rho}$$

et

$$i - i' = \frac{2\rho E}{(R + r)^2 - \rho^2}.$$

Comme ρ a une valeur relative assez faible, on peut négliger ρ^2 devant $(R + r)^2$; la variation d'intensité $i - i'$ dont dépend seul l'effet téléphonique est donc proportionnelle à E et inversement proportionnelle au carré de la résistance totale du circuit. L'effet téléphonique s'atténue donc en raison inverse de ce carré. On ne peut accroître beaucoup la force électromotrice E de la pile; il se produit en effet, bientôt, des étincelles au contact et un bruit de friture qui couvre toute transmission.

Il faut donc, l'accroissement du terme ρ n'ayant pas donné de bons résultats en pratique, s'astreindre à réaliser des circuits de résistance totale aussi faible que possible, ce qui tend à restreindre la portée.

Le dispositif suivant, imaginé par Edison, a permis, tout en conservant au circuit du microphone une résistance

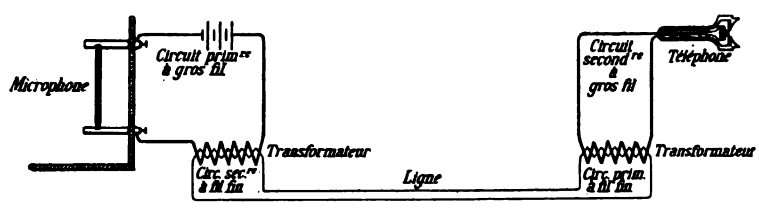


Fig. 25. —*Dispositif microphonique d'Edison pour grandes distances.*

En joignant au microphone de Hughes un transformateur, appliquant ainsi le principe du transport de l'énergie par courants alternatifs, Edison a pu transporter à de grandes distances des courants téléphoniques assez intenses pour impressionner un téléphone.

faible, d'accroître sans affaiblissement notable la portée des transmissions téléphoniques. La liaison du microphone à la ligne au départ et de la ligne à l'écouteur téléphonique à l'arrivée est obtenue au moyen de transformateurs (*fig.* 25). Un premier transformateur élève le voltage au départ, un second l'abaisse à l'arrivée. Le microphone, la pile et le primaire à gros fil d'un transformateur forment au départ un circuit local. Le circuit à gros fil d'un second transformateur jouant à l'arrivée le rôle de secondaire est fermé sur un téléphone Bell. Ce dispositif réalise, en définitive, un exemple de transport d'énergie par courants alternatifs ou variables.

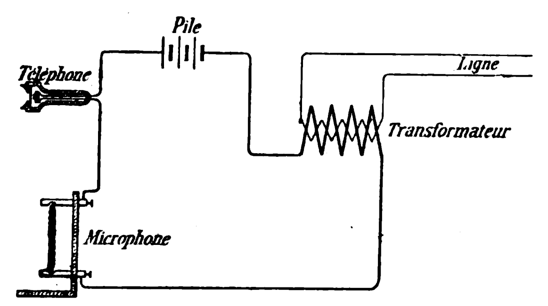
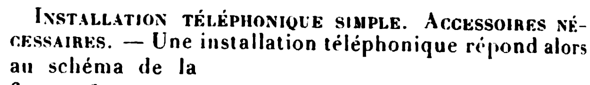


Fig. 26. — *Installation téléphonique.*

Les deux postes identiques comprennent, disposés en série dans un même circuit, une pile, un téléphone, un microphone et l'enroulement à gros fil d'un transformateur. Une double ligne relie les extrémités des enroulements à fil fin des deux transformateurs.



INSTALLATION TÉLÉPHONIQUE SIMPLE. ACCESSOIRES NÉCESSAIRES. — Une installation téléphonique répond alors au schéma de la figure 26.

Un appareil qui réalise cette installation doit permettre, en outre, l'appel du correspondant. Un levier commutateur auquel s'accroche l'un des deux téléphones d'une paire d'écouteurs permet au repos de recevoir, dans une sonnerie électrique, le courant d'appel et de n'introduire dans le circuit que le dispositif téléphonique pendant la conversation. La figure 27 (*a*) montre le détail des connexions d'un appareil téléphonique Ader au repos (position d'appel); la figure 27 (*b*) indique ces connexions au moment du fonctionnement (position de conversation). La figure 28 montre les dispositions de l'ensemble d'un poste téléphonique.

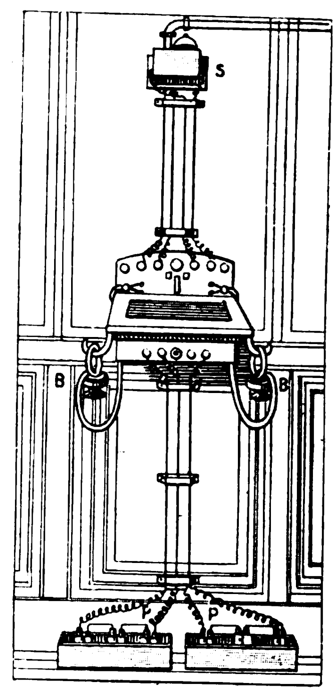


Fig. 28. — Installation téléphonique. (Ensemble d'un poste).

(*A suivre.*)

TURPAIN,
Professeur de Physique
à l'Université de Poitiers.

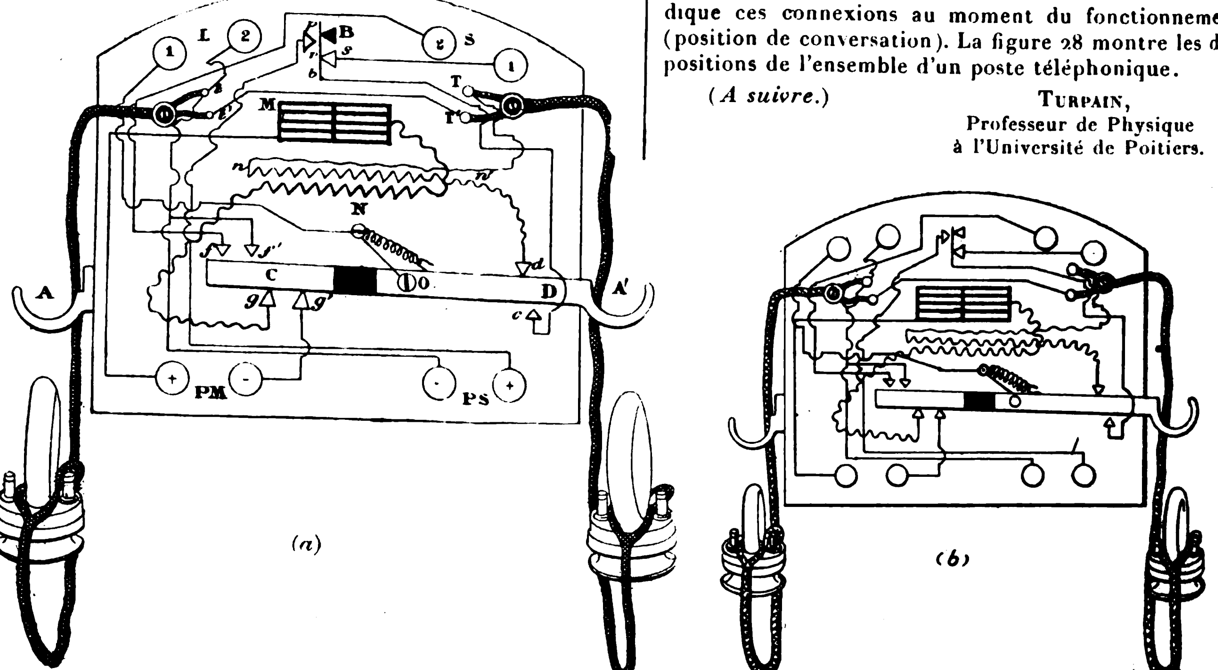


Fig. 27. — *Poste téléphonique type Ader.*
Schéma des communications : *a*, dans la position de repos; *b*, dans la position de conversation.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES UNITÉS ÉTALONS.

Procès-verbal de la séance finale. — Les travaux de la Conférence internationale des Unités et Étalons électriques ont été résumés dans le dernier numéro de ce journal. Nous donnons ci-dessous le procès-verbal de la dernière séance où sont indiqués les points essentiels de ces travaux.

RAPPORT. — La Conférence des Unités et Étalons électriques pour laquelle les invitations avaient été lancées par le Gouvernement anglais a été ouverte par le président du Board of Trade, le Right Hon. Winston, S. Churchill, M. P., le lundi 12 octobre 1908, à Burlington House, London, SW.

Vingt et un pays, ainsi que le Canada, l'Australie, les Indes et les colonies de la Couronne, avaient envoyé des délégués.

La Conférence décida qu'une voix dans les votes serait donnée à l'Australie, le Canada et les Indes, mais qu'il n'en serait pas accordé aux colonies de la Couronne.

Le nombre total des délégués à la Conférence a été de 43; leurs noms sont donnés en schédule A.

Le Bureau de la Conférence fut composé comme il suit : président, Lord Rayleigh, O. M., président de la Royal Society; vice-présidents, professeur S. A. Arrhénius, Dr M. Egoroff, Dr Viktor Edler von Lang, M. Lippmann, Dr S. W. Stratton, Dr E. Warburg; secrétaires, MM. M. J. Collins, W. Duddell, C. W. S. Crawley, F. Smith.

La Conférence a élu un Comité technique en vue de la rédaction des spécifications et de l'examen de toutes les matières qui lui seraient soumises par la Conférence.

La Conférence et son Comité technique ont tenu cinq séances.

Comme résultats de ces délibérations, la Conférence a adopté les résolutions et les spécifications annexées à ce Rapport et a requis les délégués de conseiller leur gouvernement respectif en vue d'obtenir une législation uniforme des Unités et Étalons électriques. La Conférence recommande l'emploi de l'élément normal Weston comme une méthode appropriée de mesure de la force électromotrice et intensité de courant quand il est construit dans les conditions spécifiées dans la schédule C.

Dans le cas où l'on ne voudrait pas établir les étalons prévus dans les résolutions de la schédule B, la Conférence recommande les méthodes suivantes pour la réalisation de l'ohm international, de l'ampère et du volt :

1° *Pour l'ohm international.* — L'usage de copies construites en matériaux convenables et suivant une forme convenable, et comparées de temps en temps à l'ohm international, ses multiples ou sous-multiples.

2° *Pour l'ampère international.* — *a.* La mesure du courant à l'aide d'une balance de courant étalonnée par comparaison avec un voltamètre à argent; ou *b*, l'usage d'un élément normal Weston dont la force électromotrice a été déterminée en fonction de l'ohm international et de l'ampère international et d'une résistance dont la valeur est connue en ohms internationaux.

3° *Pour le volt international.* — *a.* Une comparaison avec une différence de potentiel électrique entre les extrémités d'une bobine de résistance de valeur connue en ohms internationaux, quand elle est parcourue par un courant de valeur connue en ampères internationaux; ou *b*, l'emploi d'un élément normal Weston dont la force électromotrice a été déterminée en fonction de l'ohm international et de l'ampère international.

La tâche de spécifier plus particulièrement les conditions dans lesquelles ces méthodes doivent être appliquées a été assignée à la Commission permanente et, en attendant la nomination de celle-ci, au Comité scientifique qui sera nommé par le président.

La Conférence a considéré les méthodes qui doivent être recommandées aux gouvernements pour obtenir une administration uniforme en ce qui concerne les Unités et Étalons électriques, et exprime l'opinion que le meilleur moyen d'obtenir cette uniformité dans l'avenir consiste dans la création d'un laboratoire électrique international ayant pour mission de construire et conserver des étalons électriques internationaux. Ce laboratoire sera installé d'une manière complètement indépendante de tout laboratoire national.

La Conférence recommande en outre que l'action des gouvernements soit en accord avec les indications contenues dans la schédule D.

SCHÉDULE A. — Les délégués des gouvernements étaient :

Amérique (États-Unis d'). — Dr S. W. Stratton, directeur du Bureau of Standards, Washington; Dr Henry Carhart, professeur de Physique à l'Université de Michigan; Dr E. B. Rosa, physicien du Bureau of Standards, Washington.

Autriche. — Dr Viktor Edler von Lang, président de la Commission des Poids et Mesures, Vienne; Dr Ludwig Kusminsky, inspecteur de cette Commission.

Belgique. — Professeur Eric Gérard, directeur de l'Institut Montefiore et président de la Commission consultative d'Electricité; M. Clément, secrétaire de la Commission consultative d'Electricité.

Brésil. — M. L. Weiss, chef de la section technique des Télégraphes, Brésil.

Chili. — Don Victor Eastman, premier secrétaire de la légation du Chili.

Colombie. — Don Jorge Roa.

Danemark et Suède. — Prof. S. A. Arrhénius, de l'Institut Nobel, Stockholm.

Équateur. — Señor Don Celso Nevares, consul général.

France. — Professeur Lippmann, membre de l'Institut et professeur à la Sorbonne; M. R. Benoît, directeur du Bureau international des Poids et Mesures; M. de Nerville, ingénieur en chef des Télégraphes.

Allemagne. — Professeur Warburg, président de l'Institut impérial physico-technique de Charlottenbourg; Professeur Jaeger, membre de cet Institut; Professeur Lindeck, membre de cet Institut.

Grande-Bretagne. — Lord Rayleigh, président de la Royal Society; Professeur J.-J. Thomson, F. R. S., Cambridge; Sir John Gavey, C. B.; Dr R. T. Glazebrook, F. R. S., directeur du Laboratoire national de Physique; Major W. A. J. O'Meara, C. M. G., ingénieur en chef du Post Office; M. H. P. Trotter, ingénieur électricien, consul du Board of Trade.

Guatemala. — Dr Francisco de Arce, représentant diplomatique, Londres et Paris.

Hongrie. — Joseph Väter, directeur technique des Postes et Télégraphes, Budapest; Dr Désiré Harsanyi, directeur de la Commission royale hongroise des Poids et Mesures.

Italie. — Professeur Antonio Roiti, de Florence.

Japon. — Dr Osuke Asano, docteur-ingénieur, expert officiel du Département des Communications, Tokio; M. Shigeru Kondo, expert officiel du Département des Communications, Tokio.

Mexique. — Don Alfonso Castelló; Don José Maria Perez.

Pays-Bas. — Dr H. Haga, professeur à l'Université de Groningue.

Paraguay. — M. Maximo Croskey.

Russie. — Dr N. Egoroff, D. Sc., directeur de la Chambre générale des Poids et Mesures; Col. L. Swentorzetzky, ingénieur militaire, professeur de l'Académie militaire Nicolas de Saint-Pétersbourg.

Espagne. — Don José Maria Madariaga, professeur d'Électricité et de Physique à l'Ecole des Mines, Madrid; Don A. Montenegro, ingénieur, professeur du laboratoire de l'Ecole des Mines, Madrid.

Suisse. — Dr Fr. Weber, professeur à l'École polytechnique suisse de Zurich; Dr Pierre Chappuis, membre honoraire du Bureau international des Poids et Mesures; Dr F. Landry, professeur de Physique industrielle à l'Université, Lausanne.

Colonies anglaises : Australie. — M. Cecil W. Darley, I. S. O, ingénieur-conseil, New South Wales Government; Professeur Threlfall, M. A., F. R. S.

Canada. — M. Ormon Higman, ingénieur électricien en chef de l'Electric Standards Laboratory, Ottawa.

Colonies de la Couronne. — Major P. Cardew, conseil électricien.

Indes. — M. M. G. Simpson, électricien du Département télégraphique des Indes.

Les secrétaires étaient : MM. M. J. Collins; W. Duddell, F. R. S; C. W. S. Crawley; F. F. Smith.

SCHÉDULE B (Résolutions). — I. La Conférence recommande que dorénavant les grandeurs des Unités fondamentales électriques soient dérivées du système électromagnétique avec le centimètre pour unité de longueur, le gramme comme unité de masse et la seconde comme unité de temps. Ces unités fondamentales sont : 1° l'*ohm*, l'unité de résistance, dont la valeur est 1 000 000 000 en fonction du centimètre et de la seconde; 2° l'*ampère*, l'unité d'intensité de courant, qui a pour valeur 0,1 en fonction du centimètre, du gramme et de la seconde; 3° le *volt*, l'unité de force électromotrice, qui a pour valeur 100 000 000 en fonction du centimètre, du gramme et de la seconde; 4° le *watt*, l'unité de puissance, qui a pour valeur 10 000 000 en fonction du centimètre, du gramme et de la seconde.

II. Comme système d'unités représentant les unités ci-dessus, d'une manière suffisamment approchée pour être adopté dans les mesures électriques et dans la législation, la Conférence recommande l'adoption de l'ohm international, de l'ampère international et du volt international, définis comme il est dit ci-dessous :

III. L'ohm est la première unité primaire.

IV. L'ohm international est défini comme étant la résistance d'une colonne déterminée de mercure.

V. L'ohm international est la résistance offerte à un courant électrique invariable par une colonne de mercure prise à la température de la glace fondante ayant une masse de $14^g,4521$, une section constante et une longueur de $106^{cm},300$. Pour déterminer la résistance d'une colonne de mercure en fonction de l'ohm international, on suivra le procédé indiqué dans la spécification I annexée à ces résolutions.

VI. L'ampère est la seconde unité primaire.

VII. L'ampère international est le courant invariable qui, lorsqu'il traverse une solution aqueuse d'azotate d'argent, suivant la spécification II annexée à ces résolutions, dépose l'argent à raison de $0^g,00111800$ par seconde.

VIII. Le volt international est la pression électrique qui, appliquée d'une façon constante à un conducteur dont la résistance est 1 ohm international, produit un courant de 1 ampère international.

IX. Le watt est l'énergie dépensée par seconde par un courant invariable de 1 ampère international sous une pression électrique de 1 volt international.

Spécification I (relative aux étalons mercuriels de résistance). — Les tubes de verre employés pour les étalons mercuriels de résistance doivent être faits d'un verre de nature telle que leurs dimensions demeurent aussi constantes que possible. Les tubes doivent être bien recuits et linéaires. Le canal doit avoir autant que possible une section circulaire et uniforme, et la surface de la section droite du canal doit être approximativement de 1^{mm^2}. Le mercure doit avoir une résistance d'environ 1 ohm; chaque tube doit être calibré avec soin; la correction provenant de ce que l'aire de la section droite du canal n'a pas exactement la même valeur dans toutes les parties du tube ne doit pas excéder 5 parties pour 10000. Le mercure remplissant le tube doit être considéré comme limité par des surfaces planes placées en contact avec les extrémités du tube. La longueur de l'axe du tube, la masse de mercure que le tube contient et la résistance électrique du mercure seront déterminées à une température aussi proche que possible de 0° C. Les mesures seront corrigées et ramenées à 0° C. Pour les mesures électriques, des réservoirs, contenant les connexions pour le passage du courant et les électrodes de prise de potentiel, seront fixés aux extrémités du tube. Ces réservoirs seront de forme sphérique (d'un diamètre d'environ 4^{cm}) et seront munis de pièces cylindriques permettant de faire les connexions avec le tube. Le bord extérieur de chaque extrémité du tube devra coïncider avec la surface intérieure du réservoir sphérique correspondant. Les conducteurs, en contact avec le mercure, seront constitués par des fils fins de platine fondus dans du verre. Le point d'entrée du conducteur et l'extrémité du tube seront aux extrémités opposées d'un diamètre du réservoir sphérique; la prise de potentiel sera au milieu entre ces deux points; tous ces conducteurs doivent être assez minces pour qu'aucune erreur dans la résistance ne soit introduite par la conduction de la chaleur à travers le mercure. Le remplissage du tube avec du mercure au moment des mesures de résistance doit être fait dans les mêmes conditions que le remplissage pour la détermination de la masse. La résistance qui doit être ajoutée à la résistance du tube pour tenir compte de l'influence des réservoirs extrêmes sera déterminée par la formule

$$A = \frac{0.80}{1063\pi}\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)\text{ohm},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons en millimètres des sections des extrémités du canal du tube. La moyenne des résistances calculées pour au moins cinq tubes sera prise pour déterminer la valeur de l'unité de résistance.

Pour la comparaison de résistance avec un tube à mercure les mesures seront effectuées en faisant au moins trois remplissages séparés du tube.

Spécification II (relative à la déposition de l'argent). — L'électrolyte consistera en une solution de 15 à 20 parties en poids d'azotate d'argent dans 100 parties d'eau distillée. La solution ne doit être employée qu'une fois et seulement tant que moins des 30 pour 100 de l'argent contenu dans la solution a été déposé. L'anode sera en argent et la cathode en platine. La densité de courant à l'anode n'excédera pas $\frac{1}{5}$ d'ampère par centimètre carré et à la cathode $\frac{1}{50}$ d'ampère par centimètre carré. On n'emploiera pas moins de 100^{cm^3} d'électrolyte dans un voltamètre. On prendra soin qu'aucune particule détachée mécaniquement de l'anode ne puisse

atteindre la cathode. Avant la pesée toute trace de solution adhérente à la cathode doit être éliminée et la cathode séchée.

Schédule C (élément Weston normal). — L'élément Weston normal peut être employé comme étalon de pression électrique pour la mesure de la force électromotrice et la mesure de l'intensité de courant, et quand il est construit d'après la spécification suivante il peut être considéré, provisoirement, comme ayant à la température de 20° C. une force électromotrice de 1,0184 volt.

Spécification relative à l'élément Weston normal. — L'élément Weston normal est une pile voltaïque dont l'électrolyte est une solution aqueuse saturée de sulfate de cadmium ($Cd SO^4$, $\frac{8}{3} H^2O$).

L'électrolyte doit être neutre au rouge Congo. L'électrode de la pile est constituée par du mercure. L'électrode négative est un amalgame de cadmium formé de 12,5 parties en poids de cadmium pour 100 d'amalgame. Le dépolariseur qui est placé en contact avec l'électrode positive est une pâte faite en mélangeant du sulfate mercureux avec des cristaux pulvérisés de sulfate de cadmium et une solution aqueuse saturée de sulfate de cadmium. Les différentes méthodes de préparation de la pâte de sulfate mercureux seront décrites dans des Notes.

On devra employer une des méthodes qui seront spécifiées. Pour monter la pile la forme en H est la plus convenable. Les conducteurs passant à travers le verre et aboutissant aux électrodes doivent être en fil de platine, et l'on doit éviter tout contact de ce fil avec l'électrolyte. L'amalgame est placé dans une branche, le mercure dans l'autre. Le dépolariseur est placé au-dessus du mercure et une couche de cristaux de sulfate de cadmium est introduite dans chaque branche. La pile entière est remplie avec une solution saturée de sulfate de cadmium et alors hermétiquement scellée. La formule suivante est recommandée pour avoir la force électromotrice de la pile en fonction de la température entre les limites 0° C. et 40° C. :

$$E_t = E_{20} - 0,0000406\,(t - 20°) - 0,00000095\,(t° - 20°)^2 + 0,00000001\,(t - 20)^3.$$

Schédule D (projet de création d'une Commission permanente). — 1° La Conférence recommande que les différents gouvernements intéressés établissent une permanente Commission internationale d'Étalons électriques.

2° En vue de la nomination de la Commission permanente internationale, la Conférence recommande que le président Lord Rayleigh fasse nommer par la Conférence un Comité scientifique de quinze membres [1] ayant pour objet d'organiser la Commission permanente et de formuler le plan et la direction du travail qui paraîtraient nécessaires pour la conservation des étalons, la fixation de leur valeur [2], la comparaison des étalons entre eux, et ainsi compléter le travail de la Conférence [3].

3° Les laboratoires possédant des installations permettant des recherches et des mesures de précision seront priés de coopérer avec le Comité en vue de l'accomplissement de sa tâche.

4° Le Comité prendra les mesures nécessaires pour la création de la Commission permanente, et sera chargé de préparer la réunion de la prochaine Conférence des Étalons et Unités électriques et de désigner l'époque et l'endroit qui lui paraîtront le plus convenables.

5° Le Comité ou la Commission permanente internationale envisagera la question d'étendre les fonctions de la Conférence internationale des Poids et Mesures, afin de se rendre compte s'il est possible ou s'il est désirable de combiner à l'avenir les Conférences des Unités et Étalons électriques avec la Conférence internationale des Poids et Mesures, au lieu de maintenir des Conférences d'Étalons et Unités électriques. Toutefois, la Conférence exprime l'opinion que la Commission permanente doit rester un organe distinct.

(1) Suivant la recommandation de la Conférence, Lord Rayleigh a nommé le Comité composé ainsi : Dr Osuke Asano, M. R. Benoît, Dr M. N. Egorof, Professeur Eric Gérard, Dr R. T. Glazebrook, Dr H. Haga, D. L. Kusminsky, Prof. Lindeck, Prof. G. Lippmann, Prof. A. Roiti, Dr E. B. Rosa, Dr S. W. Stratton, M. A. P. Trotter, Prof. E. Warburg, Prof. Fr. Weber.

(2) Cette recommandation indique la revision de temps à autre de la force électromotrice de l'élément Weston normal.

(3) Le Comité sera autorisé à publier comme Appendice au Rapport de la Conférence des Notes détaillant les méthodes qui ont été adoptées dans les laboratoires d'étalonnage des divers pays pour réaliser l'ohm international et l'ampère international et construire l'élément normal Weston.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret modifiant, pour la Chambre de Commerce de Paris, le décret du 11 août 1908, relatif au classement des industries et des commerces en catégories professionnelles et à la répartition des sièges entre ces catégories.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Vu l'arrêté du Gouvernement de la République du 6 ventôse an XI, créant une Chambre de Commerce à Paris;

Vu la loi du 9 avril 1898, relative à l'organisation des Chambres de Commerce et des Chambres consultatives des Arts et Manufactures;

Vu la loi du 19 février 1908, relative à l'élection des Chambres de Commerce et des Chambres consultatives des Arts et Manufactures ;

Vu le décret du 11 août 1908, relatif au classement des industries et des commerces en catégories professionnelles pour la Chambre de Commerce de Paris et à la répartition des sièges de cette compagnie entre ces catégories, lequel, d'après les pièces de l'instruction, n'a pas encore reçu d'application ;

Vu les propositions de la Commission instituée en conformité de l'article 3 de la loi susvisée du 19 février 1908 pour la Chambre de Commerce de Paris ;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Article premier. — Le Tableau annexé au décret du 11 août 1908, relatif au classement des industries et des commerces pour la Chambre de Commerce de Paris et à la répartition des sièges de cette compagnie entre ces catégories est remplacé par le Tableau annexé au présent décret.

Art. 2. — Le Ministre du Commerce et de l'Industrie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 24 octobre 1908.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Jean Cruppi.

TABLEAU DES CATÉGORIES PROFESSIONNELLES.

Professions : Première catégorie.

Nombre de sièges : 31.

1° Professions énumérées au Tableau B annexé à la loi du 15 juillet 1880 sur la contribution des patentes.

2° Professions énumérées au Tableau C annexé à la loi précitée, à l'exception de celles visées aux paragraphes 4, 5 et 6 de la deuxième catégorie.

3° Professions énumérées aux 1re et 2e classes du Tableau A annexé à la loi précitée, à l'exception de celles indiquées au paragraphe 3 de la deuxième catégorie.

4° Marchands ou fabricants de la 3e classe dudit Tableau A vendant en gros ou en demi-gros, ainsi que les professions suivantes inscrites à la même classe :

Agents d'affaires occupant plusieurs employés; fournisseurs ou entrepreneurs de l'établissement d'appareils en fonte ou en fer pour le filtrage ou la clarification des eaux ; apprêteurs, fondeurs ou marchands de brins de baleine ; entrepreneurs de bâtiments; fabricants de biberons pour leur compte ayant magasin ; entrepositaires de bières ; marchands de bois d'ébénisterie, de bois de sciage, de bois en grume ou de charronnage ; marchands fabricants d'ornements en pâte de carton ou de carton-pierre; courtiers de marchandises, facteurs de denrées et marchandises (opérations en gros); entrepreneurs de déménagements ayant plusieurs voitures ; entrepreneurs de fabrication de dentelles ou broderies sur tulle ; fondeurs d'or ou d'argent ; facteurs ou marchands de harpes ayant boutique ou magasin ; marchands ou fabricants de housses et autres articles analogues pour bourreliers et selliers; fabricants ou marchands d'hydromel ; marchands de presses, caractères et ustensiles d'imprimerie ; fabricants d'instruments de chirurgie en métal ayant atelier ou magasin ; marchands d'instruments de musique vendant à d'autres marchands ou faisant des envois sur commandes ; libraires-éditeurs; fabricants de liqueurs; fabricants luthiers pour leur compte ; marchands de matériaux de construction ; marchands de modes ; éditeurs marchands de musique; fabricants d'orgues d'église; marchands d'accessoires et fournitures pour la pharmacie; facteurs ou marchands en boutique de pianos et clavecins ; fabricants ou marchands de piquettes ou vins de marc de raisin ; fabricants ou marchands d'objets en plaqué ou doublé d'or et d'argent; marchands de plumes pour la plumasserie ; représentants de commerce (opérations en gros); marchands de matière première pour la tabletterie ; tailleurs ou couturiers sur mesure pour les particuliers, ayant assortiment d'étoffes; marchands de tapis de laine et tapisserie ; voituriers ou rouliers ayant plus de cinq équipages ; marchands tapissiers.

5° Marchands ou fabricants de la 4e classe dudit Tableau A vendant en gros ou en demi-gros, ainsi que les professions suivantes inscrites à la même classe :

Fabricants d'appareils extincteurs d'incendie ; fabricants de billards ayant magasin; marchands de bois ou écorce de bois pour tan ; fabricants de boules à teinture ; brodeurs sur étoffes en or et en argent ; fabricants ou marchands d'objets confectionnés ou d'étoffes garnies en caoutchouc, celluloïd, gutta-percha ou autres matières analogues ; cartiers, fabricants de cartes à jouer ; entrepreneurs fournisseurs charpentiers ; marchands ou fabricants de chasubles ou autres ornements d'églises ; entrepreneurs de construction ou d'installation pour chauffage industriel ; marchands de chevaux ; fabricants de cire à cacheter ; commissionnaires en marchandises ; marchands de couvertures de soie, bourre, laine, coton, etc. ; entrepreneurs couvreurs ; fabricants de dorure et argenture sur métaux; fabricants ou marchands de dorure pour passementerie; marchands ou fabricants d'eaux gazeuses, eaux minérales naturelles ou factices, ou limonades gazeuses ; fabricants ou marchands d'encriers perfectionnés ; estampeurs en or ou en argent ; monteurs de fleurs artificielles vendant en demi-gros ; marchands et entrepreneurs de la fourniture ou de la location de fleurs naturelles et de plantes d'appartement ; entrepreneurs fumistes ; graveurs sur cylindres; facteurs ou marchands d'instruments pour les sciences ; laineurs ; fabricants ou marchands de lustres ; entrepreneurs de maçonnerie ; constructeurs de mâts ; mécaniciens ; entrepreneurs menuisiers; fabricants de meules de moulins; fabricants pour leur compte ou marchands d'orgues portatives ou harmoniums ; ornemanistes ; marchands de peaux en vert ou crues ; entrepreneurs de peinture en bâtiment; fabricants ou marchands d'appareils, ustensiles et fournitures pour la photographie; fabricants d'objets en pierres artificielles ou factices; entrepreneurs plafonniers ou plâtriers; fabricants de polytypage; fabricants de pompes à incendie ; fabricants de registres pour leur compte; serruriers entrepreneurs; serruriers en voitures suspendues ; serruriers mécaniciens ; fabricants de grandes sondes ; teinturiers dégraisseurs travaillant avec machines à vapeur ; fabricants ou marchands de tiges, empeignes ou brides de chaussures; fabricants d'ouvrages en tôle vernie; fabricants ou marchands de tonneaux, barriques, etc., pour expéditions maritimes ou commerciales ; fabricants de tuyaux en fils de chanvre, en ciment, etc.

6° Éditeurs ; propriétaires d'almanachs ou annuaires ; fabricants ou marchands d'appareils électriques ou à air comprimé pour les appartements; fabricants ou marchands d'appareils ou d'ustensiles pour l'éclairage au gaz; bijoutiers fabriquant pour leur compte sans magasin; joailliers et orfèvres fabriquant pour leur compte; électriciens, plombiers.

7° Marchands de carreaux à carreler ; marbriers; marchands de vieux matériaux ; paveurs stucateurs, entrepreneurs de dallage en ciment ou en mosaïque.

Deuxième catégorie.

Nombre de sièges : 9.

1° Professions énumérées aux 3e, 4e, 5e et 6e classes du Tableau A susmentionné, à l'exception de celles indiquées aux paragraphes 4, 5, 6 et 7 de la première catégorie.

2° Professions énumérées aux 7e et 8e classes dudit Tableau A.

3° Exploitants de cafés chantants, cafés-concerts, cafés-spectacles.

4° Marchands forains; exploitants directeurs ou entrepreneurs de spectacles, concerts, casinos et de tous établissements forains ; tenants d'établissements pour la vente des objets de consommation ; loueurs de chaises.

5° Adjudicataires, concessionnaires ou fermiers des droits de halles, marchés, emplacements et des autres services publics.

6° Entrepreneurs de diligences ; tenants et exploitants de bateaux à laver ou lavoirs publics ; exploitants de machines agricoles.

Les électeurs non patentés seront rangés dans la première catégorie, à l'exception de ceux ayant exercé une profession classée dans la deuxième catégorie qui feront partie de cette catégorie.

Vu pour être annexé au décret en date du 24 octobre 1908.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

JEAN CRUPPI.

(*Journal officiel* du 27 octobre 1908.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Mansuelle contre Pataud ([1]). (Justice de paix du Xe arrondissement de Paris, 9 septembre 1908.) — SOMMAIRE : *Si la grève ne constitue pas un délit pénal, elle peut et doit engendrer un délit civil toutes les fois qu'elle a été ordonnée avec une intention malveillante et qu'elle n'a pas eu uniquement en vue la défense d'intérêts corporatifs ou professionnels.*

Spécialement, il y a abus du droit de grève et délit civil, dont les responsables doivent réparation aux termes de l'article 1382 du Code civil, dans le fait d'avoir ordonné une grève de 2 heures dans un service ayant un caractère public urgent, tel que celui de la distribution de l'éclairage électrique dans la ville de Paris, alors que cette coalition ne répondait à aucun besoin corporatif ou professionnel, et qu'elle n'avait en vue qu'un essai de mobilisation, une sorte d'alerte des forces prolétariennes, avec en outre une intention malveillante, puisqu'elle bouleversait la vie économique d'une grande cité et privait des travailleurs de leur droit au travail et au salaire.

NOTE.

Dans un commentaire du jugement rendu par le Tribunal de Commerce de la Seine, le 10 juillet 1907, dans le procès intenté par M. Carré, directeur de l'Opéra-Comique, au Secteur Edison, nous avons déjà eu à nous occuper d'une grève des ouvriers électriciens, survenue le 8 mars 1907 (*voir* la circulaire n° 88 et *La Revue électrique* du 15 mai 1908). On se souvient que M. Carré, qui avait assigné la Compagnie continentale Edison en réparation du préjudice que lui avait causé l'interruption du service de l'éclairage, en l'obligeant à fermer son théâtre pendant les soirées des 8 et 9 mars 1907, se vit débouter de sa demande à raison du caractère imprévu et spécial de cette grève, qui en faisait un cas de force majeure. Le jugement relevait notamment que la grève était survenue subitement, après avoir été organisée par les syndicats du personnel travaillant à la production de l'énergie électrique, sans qu'aucune réclamation eût été faite par ces syndicats ou par le personnel des Compagnies d'éclairage électrique contre lesquelles elle n'était pas dirigée, puisqu'elle avait uniquement pour but d'obtenir de l'Administration municipale de la ville de Paris l'insertion, dans le cahier des charges de la concession future des services électriques, des avantages particuliers pour les adhérents desdits syndicats; d'où cette conclusion que la grève constituait, dans l'espèce, une coalition d'un caractère particulier, à laquelle les Compagnies ne pouvaient mettre fin, étant sans qualité pour le faire, et que, dans ces conditions, aucune faute ne leur était imputable.

Il faut reconnaître que l'honorable directeur de l'Opéra-Comique avait quelque mauvaise grâce à poursuivre la Compagnie Edison à raison d'une grève dont elle était en réalité la première victime. Peut-être eût-il été mieux inspiré, tout au moins au point de vue de l'équité, en s'en prenant aux organisateurs de la grève, les véritables coupables dans la circonstance.

Cette bonne inspiration, ce sont de modestes artistes de café-concert qui l'ont eue, lors du récent essai de grève qui se produisit à la suite des fâcheux événements de Vigneux et de Villeneuve-Saint-Georges. Ils n'ont, d'ailleurs, pas eu à s'en repentir, puisque, non contents d'avoir été encouragés dans leur initiative par l'opinion publique, ils ont eu la satisfaction bien méritée de gagner leur procès.

([1]) Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'électricité ont reçu le texte de cet arrêt dans la circulaire n° 90.

Les faits sont trop récents pour ne pas être encore à la mémoire de tous les Parisiens. On se rappelle qu'à la suite de la tentative de grève générale, à laquelle n'avaient pas cru devoir prendre part les ouvriers des services de distribution d'électricité des Secteurs de Paris, certains journaux avaient imprudemment félicité la corporation de ne pas avoir cédé aux provocations de la Confédération générale du travail et d'être restée fidèle à son poste. Ces félicitations ne tardèrent pas à être démenties par les événements : l'interruption des services électriques fut, en effet, presque aussitôt décidée par le Comité du Syndicat des ouvriers des Secteurs, et dans la soirée du 6 août 1908 l'éclairage électrique cessait tout à coup... A la vérité, la grève ne dura que 2 heures; mais, en ce qui concerne plus particulièrement le monde des théâtres où les directeurs ne furent pas les seuls atteints, ce fut suffisant pour empêcher de nombreux artistes ou employés de gagner leur soirée.

Or, sur le nombre des artistes ainsi privés de leur salaire de chaque soir, il s'en trouva trois qui s'estimèrent en droit de se plaindre du dommage que leur causait cette prétendue grève, qui, dans la circonstance, leur apparaissait surtout comme une fantaisie du syndicat des ouvriers électriciens. Comme c'étaient de modestes artistes de music-hall, MM. Mansuelle, Castel et Dornay, ils se contentèrent de porter tout simplement leurs doléances devant le juge de paix et firent citer à l'audience de la Justice de paix du Xe arrondissement M. Pataud, le secrétaire général du syndicat des ouvriers électriciens, pris comme responsable, en cette qualité, du préjudice qu'ils avaient éprouvé du fait de la *fantaisie* du syndicat, laquelle constituait, suivant eux, un abus du droit de grève.

« Ce n'était pas une grève de fantaisie que l'on a faite, déclarait M. Pataud, mais une grève réelle qui constituait un *avertissement*, et elle répondait au refus des administrateurs, chargés de la direction du personnel, d'exécuter les promesses faites après la grève de mars 1906.

» On a plaisanté le mot d'*avertissement* que j'ai employé; mais je me suis servi de l'expression administrative dans la série des peines disciplinaires vis-à-vis des ouvriers électriciens. L'avertissement est la première des peines; suivent la mise à pied, et enfin la révocation. Nous aussi nous avons appliqué la première peine, celle de l'avertissement... » (*Gazette des Tribunaux* du 10 septembre 1908).

Cette explication n'a pas prévalu. Elle se trouvait démentie, d'ailleurs, par les circonstances mêmes dans lesquelles a éclaté la grève du 6 août 1908. Il est, en effet, manifeste que cette grève a été la suite de la tentative de grève générale qui, dans l'esprit de ses auteurs, était une sorte d'essai de mobilisation des forces de la Confédération générale du travail; si, lors de cette tentative, le Comité du syndicat des ouvriers électriciens n'a pas donné le mot d'ordre pour faire suivre le mouvement à ses ouvriers syndiqués, c'est uniquement parce que, plus prudent peut-être que les chefs de la Confédération du travail, il a pensé qu'on n'était pas suffisamment prêt et qu'il valait mieux attendre pour ne pas risquer un insuccès. Les événements ont démontré l'excellence de ce calcul, et l'on peut dire que le syndicat des ouvriers électriciens a donné une véritable leçon de discipline à la Confédération générale du travail par l'ensemble avec lequel ses adhérents ont obéi aux ordres du Comité directeur. Le juge était donc en droit de supposer que le but poursuivi par le Comité s'identifiait avec les vues de la Confédération générale du travail sur l'utilité de la grève générale.

Ces vues, la Confédération ne les cache pas. Il s'agit d'obtenir, sinon par la force, tout au moins par l'intimidation, la socialisation des exploitations industrielles, l'abandon par les patrons de leurs industries paralysées par la grève générale, à la merci des syndicats. Il s'agit, à titre de premier pas dans la voie du collectivisme d'État, d'amener le Gouver-

nement, sous prétexte d'intérêt public, à déposséder de leurs entreprises les Compagnies concessionnaires de services publics mises par la grève dans l'impossibilité d'assurer ces services, pour s'en emparer et les monopoliser soit entre les mains de l'État, soit entre celles des municipalités. Or, quelque liberté que puissent revendiquer les adeptes des théories collectivistes pour la propagation de leur doctrine, il n'en est pas moins certain que la grève générale, en tant que constituant un moyen de pression, d'intimidation, pour renverser un ordre de choses général légalement établi, peut être considérée à bon droit, sinon comme ayant un caractère nettement révolutionnaire (qu'elle peut revêtir si elle est soutenue à main armée), du moins comme un abus du droit de grève, lequel n'a été prévu que dans les rapports directs et d'ordre professionnel d'ouvriers à patrons d'une même industrie ou d'industries connexes.

Dans tous les cas, lorsqu'il s'agit d'un service public, comme celui de l'éclairage d'une grande cité, le droit de grève devient en lui-même des plus contestables, à raison de l'intérêt général du public directement lésé par l'interruption du service. Tout au moins, il ne peut faire échec au droit des tiers, à qui la grève a porté préjudice, de réclamer des dommages-intérêts à la partie qui peut être considérée comme responsable de la grève. Or, en pareil cas, quoi qu'en puissent dire les ouvriers, ce n'est pas toujours le patron : témoin ce qui s'est passé lors de la première grève de l'Électricité, survenue en 1906, à raison de revendications ouvrières sur lesquelles il n'appartenait pas aux Compagnies des Secteurs parisiens de se prononcer.

De même, en ce qui concerne la grève d'août 1908, organisée à l'instigation de la Confédération générale du travail, ou tout au moins pour suivre la tentative de grève générale qu'elle avait provoquée : alors même que cette tentative de grève générale n'eût pas été faite dans le sens des vues de socialisation industrielle dont nous avons parlé plus haut, il est certain que le but immédiat et avoué était une protestation contre des événements se rapportant à une grève qui n'avait aucun rapport avec le service de l'éclairage électrique ou de la distribution de l'énergie dans Paris. Par conséquent, la grève des électriciens constituait, dans l'espèce, un véritable abus, dont les victimes étaient en droit de se faire indemniser.

La jurisprudence, et notamment celle de la Cour de cassation, consacrait déjà depuis longtemps la responsabilité des syndicats organisateurs de grèves ou de menaces de grève dans un autre but que la défense des intérêts professionnels et dans une intention malveillante vis-à-vis des victimes de ces agissements (*voir* notamment : Cassation, 22 juin 1892, *Sirey*, 93, 1, 41; Chambéry, 14 mars 1893, *Sirey*, 93, 2, 139; Lyon, 2 mars 1894, *Sirey*, 94, 2, 306; Lyon, 15 mai 1895, *Sirey*, 96, 2, 30; Paris, 31 mars 1896, *Sirey*, 96, 2, 98).

Le jugement de l'honorable M. Enriquez, qui présidait l'audience du 9 septembre dernier à la Justice de paix du Xe arrondissement de Paris, doit donc être considéré comme bien rendu en droit; il restera, en matière de grèves d'ouvriers dépendant d'un service de distribution d'éclairage ou d'énergie, un document intéressant à consulter.

CHARLES SIREY,
Avocat à la Cour de Paris.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

L'industrie électrique en Suisse. — Le Dr Ed. Tissot, ingénieur, directeur de la Banque suisse des chemins de fer, à Bâle, a fait récemment une série de conférences au Cours international d'expansion commerciale de Lausanne. Nous donnons ci-dessous, d'après *La Suisse économique*, la reproduction de la première de ces conférences :

Un sujet aussi intéressant que l'industrie électrique en Suisse méritait bien de figurer parmi ceux qui sont traités dans le premier cours d'expansion commerciale.

Mais il est en même temps si vaste pour une conférence d'aussi courte durée, que je me bornerai à en tracer seulement les grandes lignes en commençant par quelques considérations générales sur les causes de développement de cette industrie, pour passer ensuite en revue les usines de construction de matériel électrique, les sociétés financières d'entreprises électriques, les installations d'éclairage, de distribution de force et de tramways, et terminer par un aperçu sur la situation actuelle de la traction électrique sur voie normale et l'Association suisse des électriciens. Je laisserai par contre de côté l'électrochimie et l'électrométallurgie, ainsi que les applications à courant faible.

J'essayerai d'éclairer en même temps le côté financier du sujet, en indiquant au fur et à mesure les capitaux engagés dans ces diverses entreprises et sociétés et le chiffre d'affaires et d'exportation de nos usines de construction.

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Le développement considérable qu'ont pris en Suisse l'industrie électrique et les applications de l'électricité est dû, comme ailleurs, en premier lieu aux progrès réalisés dans la construction du matériel électrique qui sont eux-mêmes le résultat de l'application plus rationnelle et plus exacte des lois de l'électricité et du magnétisme, d'une meilleure utilisation des matières premières, des perfectionnements apportés dans la fabrication des matières isolantes grâce auxquels on est parvenu à produire des isolants et isolateurs empêchant le passage du courant entre conducteurs présentant de grandes différences de potentiel, etc.

Ces progrès ont, en effet, permis de construire des unités plus grandes et plus économiques, de réduire ainsi le coût de première installation des usines électriques et de transporter la force à des distances si considérables qu'elles ne jouent pour ainsi dire plus aucun rôle dans un pays comme le nôtre; les tensions appliquées aujourd'hui ont, en effet, atteint des valeurs suffisamment élevées pour que le poids de cuivre par cheval des lignes de transport de force soit réduit à un chiffre rendant le transport économique dans presque tous les cas.

Pour démontrer l'influence de la tension utilisée (exprimée en volts) sur le poids de cuivre des lignes de transport de force, j'ai dressé un Tableau qui donne pour une ligne de 100km le poids de cuivre par cheval nécessaire pour transporter par courants triphasés sous diverses tensions une puissance de 10000 kilowatts ou sensiblement 15000 chevaux aux turbines avec une perte de 10 pour 100; on voit que ce poids de cuivre est inversement proportionnel au carré des tensions.

Tension.	Poids de cuivre par cheval.	Dépense par cheval, le cuivre coûtant 2fr,40 le kilog.
volts	kg	fr
10 000	320	768
20 000	80	192
40 000	20	48
60 000	8,888	21,23

La tension la plus élevée en exploitation aujourd'hui sur le continent européen est celle adoptée par la « Società Lombarda pour la distribution d'énergie électrique », qui distribue l'énergie électrique dans la Lombardie; elle atteint

le chiffre de 47000 à 50000 volts (¹) et est plus que suffisante pour distribuer économiquement en Suisse toute la force hydraulique dont nous disposons sur nos cours d'eau. Si nous admettons une distance moyenne maxima de 200^{km} entre l'endroit où se trouve la force motrice et celui où elle doit être utilisée, le poids de cuivre nécessaire pour transporter *un cheval* à cette distance avec une perte de 10 pour 100 sera, en utilisant la tension que nous venons de mentionner de 47000 volts, de 40^{kg}; ce cuivre valant aujourd'hui environ 2^{fr},40 le kilogramme, la dépense par cheval sera de 96^{fr}; en admettant 10 pour 100 pour l'intérêt et l'amortissement, la dépense annuelle n'est que de 9^{fr},60 par cheval.

En réalité la tension nécessaire est en Suisse très inférieure, parce que nos forces motrices hydrauliques sont beaucoup plus rapprochées les unes des autres que la distance admise plus haut de 200^{km}, de sorte que la tension employée jusqu'ici dans notre pays ne dépasse pas 25000 volts environ.

Les progrès réalisés dans notre industrie électrique sont dus en second lieu à la situation spéciale de notre pays, riche en forces motrices hydrauliques et très pauvre en combustible apte à produire économiquement l'énergie électrique. Cet état de choses a constitué un stimulant énergique pour l'esprit d'entreprise des électriciens et industriels suisses, comme pour celui des communes et villes désireuses de procurer à leurs ressortissants un éclairage intense et pratique et une force motrice économique susceptible d'être subdivisée pour ainsi dire à l'infini et à la portée du grand industriel comme à celle du petit artisan.

La situation économique de notre pays a aussi contribué au développement de nos installations électriques; la prospérité de notre industrie a eu pour effet d'augmenter beaucoup la consommation de force motrice et d'éclairage électrique. Réciproquement, la force motrice mise à la disposition de l'industrie suisse dans des conditions avantageuses pour celle-ci lui a permis de progresser et de lutter avantageusement contre la concurrence étrangère.

D'après M. le Dr Epper, chef du bureau hydrométrique fédéral à Berne, le nombre de chevaux de 24 heures, utilisés actuellement en Suisse et calculés seulement d'après le minimum du débit des cours d'eau sur lesquels les usines sont établies, est de 210000; le nombre de chevaux de 24 heures encore disponibles est de 513000. La Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer suisses a calculé que la puissance nécessaire en chevaux de 24 heures pour la traction de nos chemins de fer à voie normale est de 100000 chevaux en hiver et de 125000 en été, et encore notre Commission s'est-elle basée sur des hypothèses plutôt défavorables au point de vue du trafic, du poids des trains, du rendement de la transmission, etc.; il en reste donc encore environ 400000 pour les distributions d'énergie destinées à l'éclairage, au transport de force, à l'électrochimie et l'électrométallurgie et autres applications de l'électricité. Le chiffre de 513000 ne contient que les très bonnes et bonnes forces motrices de 1re et 2e catégories; avec les forces plus difficilement utilisables et de valeur moindre on arrive au total de 750000 chevaux.

En troisième lieu, le développement de nos installations électriques est dû à l'appui financier qu'ont trouvé les entreprises auprès des banques et instituts financiers suisses. Ces derniers lui ont prêté soit un concours direct, soit un concours indirect en favorisant l'émission d'emprunts communaux destinés à créer et à développer les usines et les réseaux d'éclairage et de force motrice électriques.

(¹) Nos lecteurs savent que cette tension de 50000 volts est également utilisée en France sur les lignes de transmission de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen alimentées par l'usine de la Brillanne. (N. D. L. R.)

Entrevoyant les nombreuses applications dont est susceptible l'électricité et l'extension considérable à laquelle elle serait appelée, quelques grands établissements financiers ou industriels ont, en outre, créé des sociétés financières spéciales ayant pour but de fournir les capitaux nécessaires aux installations électriques. Une partie toutefois assez faible de ceux-ci a été utilisée en Suisse même; nous en verrons plus loin le pourquoi.

II. Sociétés et maisons de construction de matériel électrique. — Elles peuvent être rangées suivant leurs produits en :

	Nombre.
1° Usines pour la construction de machines dynamos électriques de petites et grandes dimensions, moteurs, transformateurs et appareils accessoires...	6
2° Usines ne construisant que les machines de moyennes et petites dimensions....................	4
3° Usines ne construisant que l'appareillage, compteurs, etc..	14
4° Usines pour la fabrication des câbles et fils isolés.	6
5° Usines pour la fabrication des accumulateurs...	2
6° Usines pour la fabricai on des lampes à incandescence..	4
7° Ateliers pour la fabrication des appareils de chauffage..........	2
8° Ateliers pour la fabrication d'appareils à courant faible.	3
Total.....	41

Une enquête personnelle à laquelle je me suis livré auprès de ces sociétés et maisons de construction, et la grande obligeance dont elles ont fait preuve en cette circonstance, m'ont permis d'établir une statistique intéressante concernant les capitaux engagés chez elles en actions, obligations, comptes courants, dettes flottantes ou emprunts, leur chiffre d'affaires et d'exportations, ainsi que le nombre de personnes occupées dans ces industries pendant l'année dernière ou pendant le dernier exercice :

	fr
Les capitaux engagés se montent à environ ...	83 824 500
Le chiffre d'affaires à environ	67 188 438
Le chiffre d'exportations à environ	37 655 050

Le nombre des personnes occupées à environ 10000.

Il y a une observation à faire au sujet des capitaux engagés et du chiffre d'affaires : les gros chiffres proviennent des quatre sociétés anonymes Brown-Boveri (Baden), Maschinenfabrik Œrlikon, Société d'Électricité Alioth et Cie, Industrie électrique (Genève), qui font à elles seules sensiblement 75 à 80 pour 100 du total des capitaux et du chiffre d'affaires. Or, les bilans de ces sociétés indiquent, en contre-partie de leurs créanciers, des postes aussi importants de débiteurs à l'actif; si on les déduit du chiffre des capitaux engagés, celui-ci se réduit à environ 62 millions.

En outre, quelques-unes de ces sociétés ont des participations dans des sociétés d'exploitation et des participations importantes dans leurs filiales étrangères de construction, dont le chiffre d'affaires devrait figurer sur le Tableau dans une certaine proportion de ces participations. Le chiffre d'affaires serait ainsi plus en proportion avec les capitaux engagés; on peut estimer qu'il s'élèverait à 80 millions pour un capital engagé de 62 millions.

Parmi les six premières firmes qui figurent dans le Tableau ci-dessus, quatre ont un capital engagé supérieur à 4 millions : ce sont la Société Brown-Boveri et Cie (Baden), les Ateliers de construction d'Œrlikon, la Société d'électricité Alioth (Münchenstein) et la Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (Genève); ce sont celles qui ont donné la plus grande impulsion à l'industrie de la construction des machines et appareils électriques; aussi est-il intéressant de

s'y arrêter un peu, en les prenant par ordre de dates de leur fondation.

La *Société d'Électricité Alioth* a été fondée en 1881; d'abord société en commandite, elle est devenue en 1894 société anonyme; son capital-actions est de 6000000fr, son capital-obligations de 4000000fr. Elle a construit plusieurs installations intéressantes de distribution de force et d'éclairage, parmi lesquelles, en Suisse : Neuchâtel, Moutier, Bellinzone, Bâle, puis la très intéressante usine de Brusio, dans le canton des Grisons, dont la puissance atteindra 36000 chevaux en 12 unités de 3000 chevaux; la Société Alioth a été une des premières à affronter les difficultés inhérentes à la distribution des courants à très haute tension, en construisant une usine de 5000 chevaux et un réseau de distribution à 20000 volts alimentant, entre autres, Narbonne et Carcassonne dans le midi de la France. Elle a depuis lors installé les usines de Hauterive et Montbovon, qui alimentent le canton de Fribourg et envoient leur énergie dans une partie des cantons de Vaud et de Neuchâtel, puis de nombreuses usines à l'étranger, notamment en France et en Italie, avec des puissances considérables et des unités allant jusqu'à 5000 chevaux. Elle s'est beaucoup occupée des questions de traction; elle a livré le matériel électrique de plusieurs lignes de chemins de fer, telles que le Fayet-Chamonix, le Montreux-Oberland bernois, la Münster-Schlucht, avec des voitures automotrices marchant sur adhérence simple et sur crémaillère.

La Société Alioth construit des dynamos à grande vitesse destinées à être accouplées à des turbines à vapeur; elle en a livré plusieurs en France en collaboration avec MM. Sulzer frères, à Winterthour. Elle occupe 1200 ouvriers et employés.

La *Compagnie de l'Industrie électrique*, Genève, fondée en 1881, d'abord société en commandite, est devenue société anonyme en 1891. Son capital-actions est de 2000000fr, son capital-obligations de 2373000fr. Elle a plus particulièrement travaillé les questions de transport d'énergie par courant continu à très haute tension dont M. R. Thury a été le principal protagoniste. Citons les transports d'énergie qui alimentent les villes du Locle et de La Chaux-de-Fonds, les communes du Val-de-Travers, le transport d'énergie de Saint-Maurice à Lausanne, et enfin celui qui transporte 6000 chevaux de Moutiers (Savoie) à Lyon à une distance de 180km et pour lequel la tension atteindra 56000 volts lorsque l'installation aura atteint son plein développement.

Cette Société a dans le même ordre d'idées poussé le système de traction à courant continu à haute tension, notamment pour la ligne de Grenoble à Chapareillan dans l'Isère et celle de Saint-Georges de Commiers à la Mure, avec une tension de 2500 volts et des locomotives de 500 chevaux. Elle occupe actuellement 358 employés et ouvriers.

Les *Ateliers de construction d'Œrlikon* ont commencé en 1885 à faire de l'électricité et depuis lors cette branche a pris énormément d'extension. Cette Société a un capital-actions de 8000000fr et un capital-obligations de 4000000fr; le nombre de ses employés et ouvriers est de 2500; elle a été la première à s'occuper en Suisse des applications des courants alternatifs polyphasés; tout le monde se souvient de ses premiers essais de transport d'énergie à grande distance faits lors de l'exposition de Francfort en 1891, en collaboration avec l'A. E. G. de Berlin, qui prouvèrent qu'il était déjà alors possible de transporter l'énergie avec un rendement convenable à une distance d'environ 150km. Il est certain que cette première installation importante a donné une forte impulsion au développement des affaires électriques, car elle a laissé entrevoir tout le champ d'action et les horizons nouveaux qui s'ouvraient devant l'électricité.

Citons comme installations principales de cette Société : la station centrale de Zurich, les distributions d'énergie des Clées-Yverdon (canton de Vaud), la Goule (Saint-Imier), Saint-Gall, Schaffhouse, l'usine d'Engelberg qui alimente Lucerne, le transport d'énergie de Caffaro à Brescia sous 40000 volts de tension, etc.

Ces dernières années, cette Société a introduit en Suisse la fabrication des turbines à vapeur Rateau, et elle s'est consacrée avec beaucoup d'énergie aux problèmes de traction sur voie normale par courant monophasé à très haute tension. Elle a équipé à ses risques et périls une ligne de chemin de fer qui va de Seebach à Wettingen qui est en partie déjà exploitée par courant monophasé à 15000 volts avec retour de courant par la terre, système destiné à un grand avenir pour la traction des grandes lignes de chemin de fer.

La *Société anonyme Brown-Boveri et Cie* a été fondée en 1891; elle occupe environ 2400 ouvriers et 600 employés à Baden seulement. Son capital-actions est de 16 millions, son capital-obligations de 5 millions.

Dans les premières années de son existence elle a beaucoup travaillé à l'application des courants alternatifs mono- et polyphasés au transport et à la distribution de l'énergie. Elle est arrivée à augmenter peu à peu les tensions utilisées et a pu en 1896 déjà construire les dynamos avec 16000 volts de tension destinées au transport d'énergie de Padderno à Milan. Quelques années plus tard elle installa les usines et transports d'énergie de la Kander, qui envoient sous une tension de 16000 volts l'énergie électrique à la ville de Berne et localités avoisinantes, ainsi qu'au chemin de fer électrique de Berthoud à Thoune; puis l'usine de Hagneck qui alimente Bienne et environs, ainsi qu'une partie du Jura neuchâtelois et bernois, et qui a été reliée à celle de la Kander, afin que ces usines puissent se porter un secours mutuel.

En 1902 l'usine de la Beznau, d'une puissance de 20000 chevaux, a été inaugurée; cette usine et les installations en construction sur le Löntsch (canton de Glaris), dont la puissance atteindra 36000 chevaux, pourront alimenter, sous des tensions de 16000 à 25000 volts, la Suisse centrale et orientale.

A l'étranger la Société Brown-Boveri a construit le transport d'énergie Gromo-Nembro en utilisant une tension de 40000 volts et plusieurs installations hydro-électriques à haute tension dans l'Isère, etc.

Dans le domaine de la traction électrique sur voie normale, la Société Brown-Boveri a exécuté entre autres deux installations importantes : la ligne Berthoud-Thoune et le tunnel du Simplon; dans la première elle a appliqué des courants triphasés sous 750 volts, dans la seconde le même système sous 3000 volts.

Un des plus grands succès de la Société Brown-Boveri est certainement celui qu'elle a remporté dans le domaine de la turbine à vapeur, en introduisant en 1900 et perfectionnant la turbine Parsons. Depuis lors elle en a livré 632 de toutes dimensions, jusqu'à 10000 chevaux par turbine, formant une puissance totale de 1200000 chevaux; cette turbine a trouvé une grande application dans les usines d'électricité et plus tard dans les navires, où elle a remplacé nombre de fois la machine à piston.

J'ai fait rentrer dans la première catégorie (contenant les maisons ayant un capital engagé de 1 million et plus) encore deux maisons : la Société Wüst et Cie, à Seebach, et la maison Meidinger et Cie, à Bâle, qui construisent du matériel d'assez grande dimension avec quelques spécialités, comme les appareils de levage, les ventilateurs, etc., mais qui ne prennent pas les entreprises générales comme les quatre maisons dont nous venons de parler.

A côté de cette grosse industrie qui occupe, comme je l'ai dit, une place importante en Suisse, nous avons quelques maisons qui construisent les machines de moyennes et petites dimensions, les petits moteurs et leurs accessoires; ce

sont entre autres les ateliers H. Cuénod et Lecoq-Martin à Genève, et la maison Zellveger et Cie à Uster; cette dernière construit en outre des appareils téléphoniques, de laboratoires, etc.

Puis nous avons quatorze maisons qui font l'appareillage pour usines électriques, les compteurs, l'appareillage pour les installations intérieures; dans cette catégorie rentrent la maison Sprecher et Schuh, à Aarau, qui s'est fait une spécialité des tableaux de distribution et de l'appareillage à haute tension et qui s'est beaucoup développée depuis sa fondation; la Société des condensateurs électriques à Fribourg, qui construit un matériel intéressant comme protecteurs contre la foudre; Bollier et Cie à Horgen; les maisons Landis et Gyr à Zoug, Trüb-Fierz et Cie à Hombrechtikon, Gmür à Schänis; les ateliers de précision de Territet et Peloux à Genève pour les compteurs d'électricité; puis, pour les installations intérieures et la lustrerie, la maison Egloff à Turgi, Ritter et Uhlmann à Bâle, Gardy frères à Genève, etc.

Les câbles et fils isolés sont fabriqués par six maisons, dont trois font les câbles sous plomb et les fils isolés, et les trois autres ne font que les fils isolés; les principales sont la Société Aubert, Grenier et Cie (Cossonay) et la Société Berthoud, Borel et Cie à Cortaillod (Neuchâtel); elles ont toutes deux fondé des filiales importantes ou ont cédé des licences à l'étranger; elles se sont fait une spécialité des câbles à haute tension et des câbles téléphoniques, tout en fabriquant les câbles basse tension de types courants.

L'industrie des accumulateurs est représentée par deux maisons dont l'une, la fabrique d'accumulateurs d'Œrlikon, construit l'accumulateur Tudor; l'autre, la Société suisse pour la construction des accumulateurs à Olten, construit l'accumulateur Schulz; cette dernière est de date récente.

Nous avons quatre usines qui font les lampes à incandescence: ce sont celles de Zoug, Zurich, Aarau, et la Société Rigi à Arth; elles fabriquent les lampes pour toutes les tensions usitées, et certaines d'entre elles font la lampe à faible consommation et à filament métallique qui sont destinées à faire une sérieuse concurrence au bec Auer.

Les appareils de chauffage par l'électricité sont très répandus en Suisse, surtout là où l'électricité est bon marché; comme maison très importante construisant ce genre d'appareils, il faut citer la Société Electra, à Wädenswil, qui en a beaucoup vendu en Suisse et à l'étranger et qui, entre autres, a installé une cuisine électrique complète à la dernière station du chemin de fer de la Jungfrau, puis la Société Prometheus à Liestal et Therma à Glaris.

Les appareils de signaux pour chemin de fer, de télégraphes, téléphones, les indicateurs de vitesse pour locomotives, les horloges électriques sont construits entre autres par les deux maisons Peyer et Favarger à Neuchâtel et Hasler à Berne, dont les produits sont universellement connus.

La nomenclature qui précède et les renseignements un peu détaillés peut-être que je vous ai donnés sur les maisons suisses de construction de matériel électrique vous auront conduits à la conclusion qu'elles sont en état de résoudre tous les problèmes qui peuvent se présenter dans l'industrie électrotechnique dans son état actuel.

Vous aurez reconnu aussi les différentes tendances des constructeurs, qui peuvent être caractérisées de la façon suivante :

1° Augmentation de la tension des lignes de transport d'énergie. En 1891 la tension qui fut utilisée alors pour le transport d'énergie de Lauffen à Francfort, 15000 volts, était considérée comme très élevée, tandis qu'aujourd'hui elle rentre dans la catégorie des tensions moyennes. En 1896 la tension de 16000 volts fut utilisée pour le transport d'énergie Padderno-Milan; en 1901, le transport d'énergie de Carcassonne fut réalisé pour une tension de 20000 volts; peu de temps après, quelques maisons suisses établissent divers transports d'énergie en France avec une tension de 26000 volts; les ateliers d'Œrlikon choisissent 30000 volts pour le transport d'énergie Bülach-Œrlikon. Enfin, en 1905 et 1906, quelques installations fonctionnent avec 40000 volts en Italie; puis la Société Lombarda, qui utilise l'énergie électrique de l'usine de Brusio, choisit la tension de 50000 volts et établit dans ce but des stations de transformation, dont le matériel a été livré par la maison Alioth.

Cette augmentation progressive de la tension a permis de transporter dans des régions très industrielles des forces motrices hydrauliques difficilement accessibles. Aujourd'hui les transmissions d'énergie de 200^{km} à 300^{km} sont parfaitement réalisables et même en exécution en France. Nous aurons prochainement en Suisse deux transports d'énergie importants, l'un de l'Albula dans le canton des Grisons, à Zurich, avec une distance de 160^{km}, et l'autre depuis la Löntsch dans le canton de Glaris jusqu'à l'usine de Beznau sur l'Aar.

2° Une autre tendance des constructeurs a été d'augmenter progressivement la puissance des machines dynamos. En 1895, on trouvait déjà fort respectables des groupes de 1200 chevaux qui ont été installés dans les usines de Chèvres près Genève, Jonage près Lyon, il y a 10 à 11 ans.

La construction économique de grandes usines électriques n'était possible qu'en ayant recours à de grosses unités. L'usine de Brusio est installée avec des groupes de 3000 chevaux et la Société Alioth construit actuellement des dynamos de 5500 chevaux pour la Société des Forces motrices de la Haute-Durance; l'usine du Löntsch contiendra des groupes de 6000 chevaux, fournis par la Société Brown-Boveri.

Les turbines à vapeur contribuent beaucoup à réduire les frais de première installation des centrales à vapeur; elles sont employées de plus en plus aujourd'hui pour des puissances allant jusqu'à 8000 ou 10000 chevaux par unité. Aux maisons déjà citées qui construisent ce genre de moteur, il faut ajouter la Société Escher-Wyss, à Zurich, qui construit la turbine Zölly, et MM. Sulzer frères, à Winterthour, la turbine qui porte leur nom.

Les avantages principaux de la turbine à vapeur sur la machine à piston peuvent être résumés comme suit :

1° Encombrement plus réduit, par conséquent bâtiments plus petits;

2° Poids inférieur, par conséquent fondations moins chères;

3° Service plus simple, notamment pour le graissage et la mise en route; ces deux avantages sont importants, spécialement pour les grosses unités;

4° Consommation de vapeur et d'huile inférieure, surtout pour les grosses unités.

III. Sociétés financières d'entreprises électriques [1]. — Les années de 1891 à 1899 marquèrent la première période de prospérité remarquable pour les usines de construction de matériel électrique; les progrès toujours croissants de cette industrie démontrèrent rapidement ses succès futurs, et les avantages économiques découlant des applications de l'électricité furent bientôt utilisés sur une vaste échelle. Les usines de production d'énergie électrique ne se bornèrent plus à l'éclairage, elles alimentèrent les moteurs de nombreux ateliers de toutes sortes et les tramways électriques qui, peu à peu, remplacèrent ceux à traction animale.

Les ateliers de construction prirent des dimensions colossales; les anciennes maisons qui étaient encore des affaires privées devinrent des sociétés anonymes avec de très gros

(1) Les premiers alinéas de ce Chapitre sont reproduits en partie de l'Ouvrage *Finanzielle Trustgesellschaften*, de Max Jörgens.



capitaux. En Allemagne, le public, témoin de ce développement grandiose, souscrivit volontiers les émissions nombreuses qui furent alors présentées, de sorte que les usines de construction ne manquèrent pas de capitaux; le public avait confiance dans l'avenir de ces sociétés qui étaient toujours très occupées et distribuaient de beaux dividendes. Il connaissait par contre beaucoup moins les entreprises de distribution d'énergie électrique pour éclairage et force motrice. La finance elle-même se montrait méfiante à leur égard, de sorte que les sociétés de construction se virent obligées de fournir elles-mêmes les capitaux nécessaires à ces entreprises; ils ne leur firent point défaut d'abord, pour les raisons que je viens d'indiquer. Mais peu à peu les entreprises, exigeant des capitaux toujours plus considérables, devinrent trop lourdes pour les sociétés de construction, qui créèrent alors des sociétés financières spéciales, des *trusts*, dont le caractère est sensiblement différent de celui des anciens trusts anglais. Le but de ces trusts électriques était alors avant tout de racheter des sociétés de construction les installations d'éclairage, de transport d'énergie et de tramways, qui furent exploitées sous le nom de ces trusts ou sous celui de sociétés spéciales, dont les actions appartenaient aux trusts.

Le but de ces derniers a depuis lors pris une certaine extension; ils financent des affaires électriques, ils acquièrent les actions ou obligations d'entreprises électriques pour les revendre ou les conserver et émettre par contre leurs propres actions ou obligations, dans quel cas le gain réalisé par les trusts provient en partie de la différence entre le rendement de leur portefeuille et les intérêts à payer aux obligations mises en circulation par eux.

Un autre but de ces trusts a été de procurer les capitaux nécessaires à des entreprises dont les titres ne peuvent être placés que difficilement et qui le sont indirectement par l'émission des actions et obligations des trusts.

Quelques trusts entreprennent de grosses constructions, soit en leur nom, soit au nom de sociétés filiales, et réalisent ainsi un bénéfice de construction.

En Suisse, la Société Motor, à Baden, peut être citée, comme exemple d'un trust présentant une activité remarquable au point de vue construction et exploitation.

Quelques trusts ont trouvé une source de bénéfice dans la vente de matériel électrique.

Les premières années furent assez prospères, moins toutefois que pour les sociétés de construction, pour lesquelles les bénéfices ne se faisaient pas attendre; les entreprises de distributions électriques, au contraire, demandent beaucoup de temps à se développer et ne peuvent rémunérer d'emblée les capitaux assez considérables engagés chez elles. Supposons, par exemple, une usine hydro-électrique de 5000 chevaux avec un réseau complet de distribution; le coût de première installation n'atteindra pas loin de 5 millions; or, la plus grande partie de cette somme sera dépensée au moment où le premier client recevra le courant, tandis que les recettes ne se développeront que petit à petit.

Il faut dire aussi que l'expérience nécessaire manquait et que, d'autre part, une fièvre de création empêchait de juger avec suffisamment de sang-froid de la rentabilité des installations projetées; les résultats ne furent pas ceux qu'on en attendait et la presque totalité de ces trusts passa, en 1901 et 1902, par une crise assez intense. Depuis lors, ils sont pour la plupart rentrés dans une ère prospère, les installations se sont développées et les capitaux ont aussi trouvé leur rémunération.

En Suisse, ces trusts sont au nombre de cinq, et vous trouvez des indications à ce sujet dans le Tableau ci-dessous.

TITRE et Siège.	Date de la fondation.	CAPITAL nominal.	CAPITAL versé.	OBLIGATIONS.	DATE du bilan utilisé
		fr.	fr.	fr.	
Banque d'entrepr. élect. Zurich	1895	40 000 000	40 000 000	35 158 000	30/5 1907
Société suisse d'ind. élect. Bâle	1896	20 000 000	10 000 000	30 000 000	31/12 1906
Soc. franco-suisse pour l'ind. élect., Genève	1898	25 000 000	25 000 000	10 000 000	31/12 1906
Soc. *Motor*, Baden	1895	15 000 000	15 000 000	8 000 000	2/1 1907
Banq. suisse des chem. de fer, Bâle ...	1891	10 000 000	6 250 000	5 000 000	31/12 1906
Totaux...		110 000 000	96 250 000	88 158 000	

Si les deux premiers ont été créés en Suisse, ce n'est pas avec l'intention de faire prospérer avant tout l'industrie électrique suisse, mais plutôt parce que les lois suisses présentaient certaines commodités que n'offrent pas les lois allemandes et qu'on a cherché un concours financier en Suisse pour le placement des actions et surtout des obligations.

La Banque d'entreprises électriques de Zurich est intimement liée à l'Allgemeine Elektricitätsgesellschaft de Berlin; depuis sa fondation, elle s'est toutefois intéressée à deux entreprises suisses, en prenant une participation assez importante à la Société Brown-Boveri et à son trust, la Société Motor.

La Société suisse d'industrie électrique de Bâle a possédé en son temps la presque totalité des actions de l'entreprise de Wynau, dans le canton de Berne. Elle peut être considérée comme un des trusts des Sociétés Siemens et Halske et Siemens-Schuckert, à Berlin; elle n'a actuellement pas de participations en Suisse.

Il n'en est pas de même de la Société Motor (Société anonyme pour les applications de l'électricité), qui a des relations très étroites avec la Société Brown-Boveri; elle a dans son bilan au 30 juin 1906 plusieurs installations suisses qui sont sa propriété : Grindelwald, la Beznau avec un réseau très étendu dans les cantons de Zurich, Argovie et Thurgovie; les installations en construction sur le Löntsch (canton de Glaris), sur la Biaschina dans le canton du Tessin, 25000 chevaux; des participations aux Sociétés d'électricité de Baden (Suisse), Brown-Boveri et Cie, etc. La Société Motor a énormément contribué au développement grandiose des installations électriques en Suisse; elle a fait preuve de beaucoup d'énergie et d'initiative dans ses entreprises.

La Société franco-suisse pour l'industrie électrique, à Genève, trust indépendant au point de vue « constructeur », n'a qu'une installation en Suisse, la ligne de chemin de fer électrique Martigny-Châtelard (Valais-Chamonix), mais plusieurs de ces entreprises sont équipées avec du matériel suisse.

La Banque suisse des chemins de fer, à Bâle, ne s'occupe d'une façon intense d'affaires électriques que depuis une année environ; fondée à l'origine pour faire avant tout des affaires de chemins de fer, son activité a dû s'orienter vers un autre but par suite de la politique suivie actuellement en Suisse dans les questions de chemins de fer. Elle a cependant financé avec des groupes amis quatre chemins de fer électriques en Suisse, et a pris plusieurs participations dans les affaires électriques étrangères qui absorberont beaucoup de matériel électrique suisse.

Il paraît étonnant, au premier abord, que ces sociétés financières n'aient pas participé davantage au développement des installations électriques en Suisse. Cet état de choses



s'explique toutefois partiellement en constatant la part considérable qu'ont prise nos villes et communes dans l'apport des capitaux nécessaires à leurs installations.

Si nous considérons, par exemple, les villes suisses ayant 10 000 habitants et plus, on trouve que les capitaux engagés dans leurs entreprises électriques et couverts par des emprunts se montent à environ 54 millions de francs. Il y aurait donc eu là un beau champ d'activité pour les trusts électriques. Mais presque toutes nos villes et communes importantes construisent et gèrent leurs installations électriques elles-mêmes; c'est le régime de la régie communale qui subsiste presque partout. Toutes les villes importantes ont ce que nous appelons en Suisse française leurs *services industriels*, c'est-à-dire leur propre exploitation d'eau, de gaz et d'électricité.

Chez nos voisins, par contre, c'est plutôt le régime de la concession accordée à des sociétés qui prédomine; la participation des capitaux suisses aux affaires électriques françaises, par exemple, est importante.

IV. Les installations électriques suisses d'éclairage et de transport d'énergie. — D'après la statistique pour l'année 1906, le nombre des installations électriques suisses qui sont connues de l'Inspectorat des installations électriques à courant fort est de 539; dans ce chiffre ne sont pas comprises les installations qui alimentent uniquement des tramways.

Parmi ces installations, un certain nombre d'entre elles produisent l'énergie électrique elles-mêmes; elles sont au nombre de	240
D'autres la produisent elles-mêmes régulièrement, mais en reçoivent temporairement comme secours d'autres usines; leur nombre est de	40
D'autres reçoivent toute leur énergie d'autres usines, mais ont des moteurs de secours; elles sont au nombre de	10
Enfin, dans la dernière catégorie, rentrent les installations qui reçoivent toute leur énergie d'autres usines et ne possèdent pas de moteurs de secours; leur nombre est de	249
Total	539

Sur ces 539 installations, 245 seulement ont fourni des données complètes à l'Inspectorat des installations à courant fort; sur ces 245, il y en a 171 qui ont des moteurs produisant l'énergie électrique d'une façon continue ou qui sont utilisés comme secours.

La puissance des *usines* avec moteurs hydrauliques ou thermiques se répartit de la façon suivante :

	Pour 100.		Kilowatts.	Pour 100 de la puissance totale.
87	50,8	Installations uniquement hydrauliques	63 423	37,5
62	36,2	Installations hydrauliques et thermiques	100 989	59,8
6	3,5	Installations ne possédant que des moteurs à vapeur	1 296	0,8
15	8,8	Installations ne possédant que des moteurs à explosion	1 342	0,8
1	0,6	Installations avec moteurs à vapeur et à gaz	1 870	1,1
		Total	168 920	100,0

D'après la grandeur d'ordre nous avons :

Nombre.	Pour 100 du nombre d'usines.	Puissance en kilowatts.	Puissance totale en kilowatts.
1	0,5	15 900	15 900
2	1,2	10 001-14 000	27 275
1	0,6	6 001-10 000	6 600
8	4,7	5 001- 6 000	44 450
2	1,2	4 001- 5 000	9 530
4	2,3	3 001- 4 000	12 930
3	1,7	2 001- 3 000	7 230
11	6,4	1 001- 2 000	16 685
16	9,4	501- 1 000	11 636
57	33,3	101- 500	14 065
66	38,6	jusqu'à 100	2 619
171	100,0	Moyenne 989	168 920

Au point de vue de la *tension* des usines de transport d'énergie, nous avons la répartition suivante :

Usines à courant continu.

Tension en volts.	Nombre d'usines.
jusqu'à 1000	5
1 000- 2 000	1
5 000- 6 000	1
8 000- 9 000	2
14 000-15 000	1
25 000	1

Usines à courant alternatif.

Tension en volts.	Nombre d'usines.
1 000- 2 000	18
2 000- 3 000	17
3 000- 4 000	23
4 000- 5 000	22
5 000- 6 000	8
6 000- 7 000	11
7 000- 8 000	39
8 000- 9 000	10
9 000-10 000	11
11 000	1
12 000	2
13 500	1
16 000	5
20 000	2
25 000	6
Total	176

La puissance des moteurs hydrauliques et thermiques, ainsi que des moteurs électriques recevant leur courant d'autres usines, est de 239 522 chevaux; leur nombre, de 658; ce qui donne une puissance moyenne de 364 chevaux par moteur.

Dans la période favorable des eaux, la puissance des usines hydro-électriques est de 205 903 chevaux, et elle tombe dans la période défavorable à 122 084 chevaux.

L'étendue des réseaux primaires et secondaires est donnée par le Tableau suivant, dans lequel figurent les lignes aériennes de transport et de distribution, ainsi que les câbles souterrains :

Lignes aériennes.	Lignes primaires.	Réseaux de distribution.
Nombre d'usines	153	232
Longueur totale	5384^{km}	4094^{km}
Longueur du plus grand réseau	630 (Joux et Orbe)	890 (Joux et Orbe)
Distance la plus grande	100^{km} (Beznau)	

Réseaux souterrains.		
Nombre d'usines..........	42	64
Longueur des tranchées...	378^{km}	701^{km}
Longueur des câbles......	6146	2170
Longueur des conducteurs.	1237	2892

La *puissance des moteurs et lampes branchés* sur et alimentés par ces réseaux est de :

	Kilowatts.
Électromoteurs.................	82 500
Lampes à incandescence........	67 500
Appareils de chauffage et divers..	11 000
Total.....	161 000

Il m'a paru intéressant de chercher à établir le chiffre des capitaux engagés dans ces diverses installations et le nombre de personnes occupées par elles. J'ai fait dans ce but une enquête auprès de toutes les installations électriques suisses.

	fr
La plus grande partie des installations ont répondu au questionnaire qui leur a été envoyé. Ce premier poste représente donc un chiffre certain. Il atteint............................	223 235 000
Celles qui n'ont pas répondu peuvent être rangées en deux catégories : la première contenant les installations abonnées à l'Inspectorat de Zurich qui connaît la valeur de leur partie électrique; pour compléter ce chiffre, j'ai estimé la partie mécanique, telle que turbines ou autres moteurs, partie hydraulique; je suis ainsi arrivé à..	5 743 000
Dans la deuxième catégorie j'ai rangé les installations dont je ne connaissais que la puissance installée et le genre de force motrice; ici donc, c'est une estimation complète pour laquelle j'arrive à............................	5 022 000
Total général.....	234 000 000

On est frappé du grand nombre d'installations électriques avec usine génératrice existant dans un pays aussi petit que le nôtre. Cela provient en bonne partie de ce que l'utilisation des cours d'eau est réglementée par les lois cantonales qui sont très différentes d'un canton à l'autre, ce qui a eu souvent pour effet un morcellement et une utilisation peu rationnelle de la force disponible, puis, de ce que beaucoup de ces installations ont été créées à une époque où l'on ne connaissait pas encore les grosses unités hydrauliques et électriques, et où l'on avait peur des grosses usines.

Les usines de Chèvres, près Genève, avec 18 000 chevaux installés, et de Rheinfelden avec 16 000 chevaux environ, ont été les premières usines importantes qui soient entrées carrément dans les voies nouvelles. Rheinfelden, quoique sur territoire allemand, a été installé principalement par des maisons suisses. Depuis lors, les usines de la Beznau et notamment de Brusio, celles en construction sur le Löntsch et de la Biaschina, celles projetées de Genève (n° 3), d'Augst pour l'alimentation de Bâle et environs sont ou seront toutes d'une puissance dépassant 20 000 chevaux chacune.

La plupart d'entre elles se sont pourvues d'une réserve à vapeur pour la période des eaux défavorables et ont recouru dans ce but aux unités si pratiques des turbines à vapeur.

On a appris aussi à mieux connaître les cours d'eau et à mieux les utiliser; quelques installations, comme Olten-Ruppoldingen et Porrentruy, ont des réservoirs au-dessus de leurs usines, qui sont remplis pendant les heures de faible charge et utilisés comme réserves pendant les heures de forte demande.

Quelques combinaisons intéressantes d'installations à basse chute avec d'autres à haute chute et réservoir ont été réalisées ces dernières années par la Société Motor. La plus importante est celle actuellement en voie d'exécution de l'usine de la Beznau avec celle du Löntsch; la première, installée avec douze groupes de 1200 chevaux, dispose de quelques mètres de chute seulement, tandis que celle du Löntsch a une chute de 300^{m}, avec un réservoir amont de 50 000 000$^{m^3}$. Grâce à la ligne électrique qui relie les deux usines, la Société pourra utiliser complètement la force constante de la Beznau et faire face à la demande supplémentaire pendant le coup de feu du soir pour l'usine du Löntsch.

Bref, dans ce domaine comme dans les autres, on constate des progrès réjouissants, et il est probable que, si les installations actuelles étaient à refaire, on en verrait beaucoup moins, mais de puissance beaucoup plus grande.

V. TRACTION ÉLECTRIQUE. — Ce Chapitre doit être subdivisé en deux parties, dont la première donnera l'état actuel de la traction électrique en Suisse, et la seconde un aperçu des études auxquelles se livre la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer à voie normale.

Le Tableau suivant donne la longueur des lignes à voie normale et à voie étroite à traction électrique, ainsi que la longueur totale des réseaux de tramways électriques; vous y trouvez également les capitaux engagés. Les chiffres donnés sont extraits de la statistique fédérale des chemins de fer suisses pour l'année 1905.

	Longueur exploitée en kilomètres.	Dépenses nettes d'établissement. fr
Chemins de fer à voie normale.	76 414	8 997 652
Chemins de fer à voie étroite...	333 954	46 758 051
Chemins de fer à crémaillère ..	16 699	10 000 814
Tramways....................	365 770	52 217 772
Totaux.....	792 837	117 974 289

Depuis lors, la traction électrique a été adoptée pour le tunnel du Simplon, qui est exploité à l'électricité depuis environ le milieu de l'année 1906.

La ligne de Seebach à Wettingen va entrer complètement en exploitation prochainement avec du courant monophasé à haute tension; ces deux installations constituent le progrès le plus important réalisé depuis le 31 décembre 1905, date de la dernière statistique.

A côté de ces essais et applications pratiques de l'électricité à des cas spéciaux dont l'utilité est incontestable, la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer à voie normale, dont j'ai été le promoteur, se livre à un travail qui est appelé à donner une forte impulsion à la question de la traction électrique, parce qu'il éclairera plusieurs côtés des plus importants de cet intéressant problème.

Elle a été fondée en 1903, mais les travaux préparatoires à sa fondation datent déjà d'octobre 1901. La traction électrique était déjà alors sur le programme d'études des compagnies de chemins de fer des États voisins, spécialement de l'Italie, de la France, de la Belgique et de l'Allemagne, où un syndicat d'études avait été créé, et ces pays sont pour la plupart dans des conditions moins favorables que le nôtre, riche en forces hydrauliques.

Il était donc tout indiqué de chercher à se rendre compte si l'utilisation de ces forces naturelles ne serait pas pour la Suisse un bienfait économique, et si notre pays n'aurait pas avantage à les appliquer à la traction de ces chemins de fer, en se rendant ainsi moins tributaire de l'étranger, à qui elle paye chaque année des sommes énormes pour le charbon que consomment ses locomotives à vapeur. En effet, l'année

dernière, les Chemins de fer fédéraux et la Compagnie du Gothard ont consommé 478567t de charbon représentant 12323125fr; en 1901, où le charbon était très cher, 31fr,20 la tonne, la consommation de charbon a été de 392000t et la dépense s'est élevée à 12417000fr. Si le prix du charbon s'était maintenu égal à celui de 1901, la dépense de 1905 aurait été de 14931340fr, alors que nous avons, comme je l'ai dit au commencement de cette conférence, encore 513000 chevaux hydrauliques disponibles.

C'est ce côté du problème que j'ai eu en vue, lorsque j'ai proposé l'étude de la question à l'Association suisse des Électriciens.

Cette Commission est composée des représentants des principales maisons de construction déjà citées, des trusts électriques, de l'Association suisse des Électriciens, de l'Association des centrales suisses, du Département fédéral des chemins de fer, des Chemins de fer fédéraux, de la Compagnie du Gothard, de l'Association des Chemins de fer secondaires, des Chemins de fer à voie étroite, etc.

Son but est exposé dans ses statuts : c'est d'étudier l'introduction de la traction électrique sur les chemins de fer suisses, tant au point de vue technique que financier.

Pour l'atteindre, on utilisera d'abord les expériences faites avec notre réseau de chemins de fer et avec les exploitations électriques existantes, en consultant, à cet égard, les spécialistes en matière de chemins de fer et d'électricité.

La Commission se procurera ainsi les données utiles pour procéder de la façon la plus rationnelle à des essais ultérieurs sur une échelle de quelque importance.

L'organisation générale de tels essais sur une grande échelle est réservée pour une époque ultérieure.

Les fonds nécessaires au fonctionnement de cette Commission sont fournis par les subventions du Département fédéral des chemins de fer, des Chemins de fer fédéraux, des Usines de construction et les cotisations ordinaires et extraordinaires des membres de l'Association.

Les organes de la Commission sont : *a*, la Commission plénière (assemblée générale); *b*, le Comité de direction; *c*, les sous-commissions.

Les sous-commissions se sont adjoint des ingénieurs collaborateurs payés qui s'occupent avant tout de résoudre les problèmes qui se présentent et d'étudier les questions posées par les sous-commissions. Le rôle du secrétaire général de la Commission d'études, confié à M. le professeur Dr Wyssling, est des plus importants, car c'est lui qui est chargé de prendre connaissance des résultats des travaux des sous-commissions et des collaborateurs, et de rassembler ces résultats par la rédaction de Rapports les résumant et adressés au Comité de direction et à la Commission plénière. Il rédige en outre les Rapports et publications de la Commission plénière, etc.

Voyons maintenant comment la Commission d'études cherche à réaliser la tâche qu'elle s'est posée.

Voici les grandes lignes de son programme de travaux :

1° Étude générale de l'organisation et de l'application de la traction électrique aux diverses catégories de nos chemins de fer, depuis les lignes d'intérêt local aux lignes principales à grand trafic.

2° Étude générale comparative des divers systèmes de traction au point de vue technique et financier.

3° Étude de l'adduction et du coût de la force motrice nécessaire prise à des usines existantes ou à créer.

4° Établissement pour ces cas typiques du coût exact de construction et d'exploitation, en se basant sur les systèmes et constructions jugés les plus favorables et en tenant compte des conséquences financières qu'entraînerait l'abandon de la traction à vapeur.

5° Établissement de principes et normes pour les détails de construction, les tensions, la transmission du courant, les équipements des voitures, les voitures automotrices, les locomotives, etc.

Pour arriver au bout de ce grand programme, il était nécessaire de répartir le travail entre plusieurs groupes ou sous-commissions; elles sont actuellement au nombre de quatre, dont une est encore subdivisée en deux.

La *première* sous-commission s'occupe de l'étude récapitulative des principes et conditions auxquels doit satisfaire l'exploitation au point de vue technique des chemins de fer dans les divers cas de lignes ou réseaux typiques, soit :

1° Des installations et conditions qui ne peuvent être modifiées (par exemple, longueurs, rampes, direction des lignes, trains et matériel roulant de transit);

2° Des installations et conditions pour lesquelles certaines modifications à l'état actuel sont possibles ou désirables (par exemple les vitesses, espacement des trains, poids de ceux-ci, horaires, etc.).

Cette étude récapitulative une fois terminée, la première sous-commission devait calculer la force motrice nécessaire et l'énergie absorbée annuellement dans les conditions diverses ci-dessus, d'abord pour les cas typiques énumérés plus haut, puis pour tout le pays subdivisé en un certain nombre d'arrondissements, en tenant compte de l'augmentation probable de la force absorbée.

Ce travail est actuellement achevé; j'en ai déjà donné le résultat; il me reste encore à dire comment il a été établi.

En réalité, ce travail se subdivise en deux parties principales : le calcul de l'énergie annuelle et celui de la puissance instantanée nécessaire. Le premier chiffre nous donnera l'énergie annuelle que devront produire les usines, tandis que le second nous donnera la puissance pour laquelle elles devront être installées.

Ces deux facteurs dépendent en partie du système électrique, mais dans une beaucoup plus large mesure des conditions d'exploitation. La Commission est partie du principe qu'il fallait se baser sur les conditions actuelles admises dans l'exploitation des chemins de fer, à cause de notre situation au centre de l'Europe et des trains de transit qui exigent la correspondance aux frontières. Cela signifie : la conservation des horaires actuels et des trains lourds, alors que la traction électrique serait beaucoup plus avantageuse pour des trains légers et fréquents; la Commission a donc pris comme base du calcul l'horaire d'été 1904, sans y apporter de modifications. Il est clair que, si la traction électrique est introduite en Suisse d'une manière générale, les horaires seront peu à peu modifiés, tout au moins pour le trafic interne, de façon à profiter le plus possible des avantages du nouveau système. Les chiffres trouvés par la Commission sont donc à ce point de vue des maxima.

Je n'entrerai pas dans les considérations techniques qui ont conduit la Commission à admettre comme coefficients moyens de *résistance* au roulement 6kg par tonne pour les lignes à voie normale et 10kg par tonne pour les lignes à voie étroite et à ne pas tenir compte de la récupération d'énergie sur les pentes; ces considérations sont plutôt du domaine de l'ingénieur.

Les *poids* des trains ont été déterminés à l'aide des Tableaux statistiques des Chemins de fer fédéraux et du Gothard pour les trois catégories de trains : les trains internationaux, les trains omnibus et ceux de marchandises; ces Tableaux ont permis de déterminer les charges maxima et la moyenne de celles-ci pour les mois d'août et d'octobre, qui sont les plus chargés de l'année. En hiver, les charges sont notablement inférieures; elles oscillent entre 70 et 85 pour 100 de celles des mois d'août et d'octobre.

Enfin la Commission a tenu compte des manœuvres dans les gares, du chauffage et de l'éclairage des trains.

Elle a trouvé, en se basant sur les hypothèses que je viens de résumer, que l'énergie journellement nécessaire à la

traction de tous les trains suisses à vapeur, et mesurée à la circonférence des roues motrices, est de 1 200 000 chevaux-heure.

L'énergie à produire par les usines dépend du rendement du système électrique adopté, c'est-à-dire du rapport entre le travail utile aux roues et celui fourni par les turbines hydrauliques des usines; pour se mettre dans des conditions défavorables, puisque le système n'est pas encore choisi, la Commission a admis que le rendement serait de 40 pour 100. L'énergie nécessaire à fournir journellement par les turbines des usines génératrices est donc de 3 millions de chevaux-heure.

La puissance *moyenne* répartie sur 24 heures ressort à 125000 chevaux; en hiver, elle se réduit à environ 100000 chevaux.

Le second facteur dont j'ai parlé tout à l'heure est la puissance *instantanée maxima* qui détermine l'équipement des usines et sert de base au calcul des lignes de transport, de distribution d'énergie et des lignes de contact.

Il se laisse facilement déterminer pour chaque ligne au moyen des données déjà mentionnées et du profil en long; à l'aide de ces diagrammes on pourra déterminer celui d'un réseau ou arrondissement. Le rapport entre la puissance maxima et la puissance moyenne est très variable d'une ligne à l'autre; pour les lignes de montagne telles que le Gothard, ce rapport descend à 4,0 et 3,2, tandis qu'il atteint des valeurs de 15 à 20 et même 37 pour d'autres lignes. Mais, en combinant l'alimentation de plusieurs lignes et déplaçant légèrement les horaires, on arrive à réduire considérablement ces chiffres et le rapport tombe alors à 5 environ, la puissance maxima n'atteignant plus que cinq fois la puissance moyenne.

Il en résulte que les usines électriques destinées à alimenter des réseaux de chemins de fer devront satisfaire à des variations très importantes de la puissance absorbée, puisqu'elles devront pouvoir donner jusqu'à cinq fois la charge moyenne; on voit par là que les forces hydrauliques à haute chute, qui permettent une accumulation de l'eau pendant les heures de faible charge, se prêteront particulièrement bien à ce service.

En admettant le même rendement moyen que pour le calcul de l'énergie annuelle, on trouve que la puissance nécessaire momentanée totale des turbines devra être de 500000 chevaux. C'est là une des grosses difficultés du problème, car, si la Suisse possède en chevaux de 24 heures encore environ cinq fois autant qu'il ne lui en faut pour la traction de ses chemins de fer, il faut reconnaître que seules les forces hydrauliques remplissant certaines conditions pourront être utilisées économiquement pour la traction.

La *seconde* sous-commission a pour mission l'étude comparative des divers systèmes de traction électrique au point de vue technique et financier, qui a été subdivisée en deux parties :

a. Études détaillées et compilation de Rapports exacts sur les exploitations existantes les plus importantes de chemins de fer électriques, en tenant compte spécialement des conditions à remplir dans notre pays et des résultats acquis au point de vue *technique* (sécurité, simplicité de construction) et surtout au point de vue *économique* (coût de premier établissement et d'exploitation, dépenses d'entretien et de réparations).

b. Comparaison des résultats trouvés dans la première partie; études sur les probabilités d'application de systèmes non encore ou peu utilisés; déductions relatives aux solutions les plus appropriées et qui semblent présenter le plus de chances de succès pour nos diverses catégories de chemins de fer.

Les ingénieurs attachés à la Commission ont examiné sur place la plupart des chemins de fer électriques du continent, et M. le professeur Wyssling s'est rendu aux États-Unis, accompagné de M. l'ingénieur Wirth, pour se rendre compte de ce qui a été fait dans ce pays.

En Europe, on a visité spécialement les chemins de fer de la Valteline, ceux de Milan à Varese et environs; les lignes du Métropolitain à Paris, la ligne de Paris quai d'Orsay à gare d'Austerlitz, Paris-Versailles; La Mure-Saint-George dans l'Isère, etc., les lignes à courant monophasé Murnau-Oberammergau, Niederschöneweide-Spindlersfeld, et plusieurs autres en Suisse, comme les lignes de Berthoud-Thoune, Stansstad-Engelberg, Montreux-Oberland bernois, etc.

Ces visites et examens ont donné lieu à autant de rapports examinés soigneusement par la Commission et qui ont soulevé un grand nombre de questions intéressantes d'ordre purement technique et surtout électrique.

Une comparaison d'abord technique des systèmes dira lequel ou lesquels sont admissibles pour la traction, tandis que le choix définitif ne pourra se faire qu'après avoir établi le coût de premier établissement et les frais d'exploitation afférents à ces systèmes.

La *troisième* sous-commission s'est scindée en deux groupes, dont le premier a comme président M. le Dr Epper, chef du Bureau hydrométrique fédéral; il a été chargé de dresser un état des forces hydrauliques disponibles en Suisse pour la traction électrique de nos chemins de fer, en indiquant leur importance et leur coût.

Ce travail est, comme vous avez pu l'entendre, passablement avancé et peut servir de base de calcul au deuxième groupe de cette commission. Ce deuxième groupe a pour mission d'étudier l'applicabilité des forces disponibles, leur répartition la plus favorable, les réseaux de distribution et le prix de revient de l'énergie électrique aux centres d'alimentation, conformément aux besoins de force fixés par la première sous-commission.

La *quatrième* sous-commission enfin a pour tâche :

1° D'établir des projets généraux complets, avec calcul des frais de premier établissement pour l'application de la traction électrique aux cas typiques déjà mentionnés, avec conclusions pour l'ensemble du réseau suisse; ces projets seront basés sur les systèmes trouvés par la deuxième sous-commission, comme étant susceptibles d'être appliqués à la traction électrique;

2° D'établir les frais d'exploitation des chemins de fer électriques, en suivant les mêmes principes que ceux adoptés pour le calcul des frais de premier établissement;

3° De comparer les résultats des comptes d'exploitation ainsi trouvés avec ceux de l'exploitation actuelle, au point de vue technique et financier;

4° De conclure enfin sur l'applicabilité de la traction électrique sous ses diverses formes, ses perspectives et les voies à suivre pour des expériences futures.

A ce moment, la Commission pourra dire si la transformation du système de traction à vapeur en traction électrique présente des avantages économiques pour notre pays. J'estime que, même au cas où il y aurait une différence par trop forte en défaveur de la traction électrique, il y aurait intérêt à l'introduire à cause des autres avantages qu'elle présenterait dans notre pays, savoir:

a. Notre plus grande indépendance de l'étranger au point de vue de l'élément producteur de l'énergie;

b. L'utilisation de nos forces hydrauliques;

c. Les commodités de la traction électrique au point de vue de la fumée, de la propreté, etc.;

d. L'ère de prospérité qui en découlerait pour toutes nos usines de construction, etc.

VI. Association suisse des Électriciens. — L'Association suisse des Électriciens (A. S. E.), fondée en 1888, compte actuellement 374 membres actifs et 260 membres anonymes; parmi ces derniers figurent les principales villes



suisses comme propriétaires de stations centrales de distribution d'énergie électrique.

Une section s'est formée en 1895 dans le sein de l'Association, sous le nom d'*Union des stations centrales suisses;* elle comprend aujourd'hui 121 centrales.

L'activité de l'Association s'est portée principalement sur la création de trois institutions des plus importantes :

1° L'Inspectorat des installations à fort courant;

2° La station d'essais des matériaux;

3° La station d'étalonnage.

L'*Inspectorat des installations à fort courant* a été fondé en 1897; il a examiné, étant encore institution privée, depuis avril 1898 à février 1903, au moins une fois par an, les installations électriques des membres de l'Association (stations centrales), ainsi qu'un grand nombre d'établissements particuliers, en se basant sur le règlement établi par l'Association suisse des Électriciens et contenant « les mesures de sécurité à observer dans l'exécution et l'exploitation des installations électriques ».

A ce moment-là, la loi fédérale du 24 juin 1902 concernant les installations à faible et à fort courant entra en vigueur, et le contrôle des installations à fort courant, qui sont soumises à cette loi, fut remis entre les mains de l'Inspectorat à fort courant de l'A. S. E., de sorte que, tout en conservant son caractère privé, il fonctionne maintenant aussi comme organe officiel.

La *station d'essais des matériaux* est en fonction depuis l'automne 1902 et s'occupe de l'essai des matériaux de construction et d'installations électriques, ainsi que des appareils électriques. L'essai des fils conducteurs et des coupe-circuits se fait d'après les normes qui ont été spécialement élaborées à cet effet par l'A. S. E.

La *station d'étalonnage*, inaugurée en 1904, a été fondée dans le but d'étalonner des instruments de mesure électrique. Ses installations ont été considérablement agrandies, grâce à une subvention annuelle accordée par la Confédération suisse.

L'Association suisse des Électriciens a donc beaucoup contribué aux progrès incessants réalisés dans nos installations suisses en établissant des prescriptions et règlements de toutes sortes basés sur des données scientifiques et sur les résultats de la pratique, et destinés à assurer la sécurité des personnes et des exploitations.

Tarifs télégraphiques internationaux. — La Conférence télégraphique internationale qui s'est réunie cette année à Lisbonne, du 4 mai au 11 juin, avait pour but principal de ses travaux la revision du Règlement de service international annexé à la Convention télégraphique internationale de Saint-Pétersbourg.

Dans son numéro du 25 juillet le *Journal télégraphique*, de Berne, organe du Bureau international des Administrations télégraphiques, a publié le texte revisé du Règlement de service, et, dans son dernier numéro du 25 octobre, il a donné, dans un supplément de 36 pages, les Tableaux des tarifs internationaux. Les électriciens qui ont de fréquentes communications télégraphiques avec l'étranger consulteront avec profit ces Tableaux, qui donnent les taxes par mot pour le régime européen et le régime extra-européen ainsi que les taxes des diverses Compagnies de télégraphie sous-marine.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société de force et lumière électriques.* Assemblée ordinaire le 16 novembre, à 2h, 9, rue de Rocroy, Paris.

Société Énergie électrique du Sud-Ouest. — Assemblée extraordinaire le 16 novembre à 11h30m, 92, rue de la Victoire, Paris.

Nouvelles Sociétés. — *Société anonyme dite Société électrique du Toulois.* Siège social : 15, rue Claudot, à Nancy (Meurthe-et-Moselle). Durée : 75 ans. Capital : 100000fr.

Société anonyme d'Électricité de Verteuil-sur-Charente. Siège social à Verteuil-sur-Charente (Charente). Durée : 25 ans. Capital : 18000fr.

Société en nom collectif A. et C. Guitton, entreprise d'électricité. Siège social : 20, rue de la Bourse, à Saint-Étienne (Loire). Durée : 9 ans. Capital : 30000fr.

Énergie électrique du Littoral méditerranéen. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 25 mai 1908 nous extrayons ce qui suit :

Les recettes se sont élevées à 1808788fr,81, en augmentation de 236197fr,61 sur l'année 1906.

Les dépenses, y compris les frais d'administration, se sont élevées à la somme de 734195fr,91.

Elles sont supérieures de 92217fr,28 à celles de 1906 et se décomposent de la façon suivante : Impôts et redevances, 68539fr,57; Assurances contre les accidents du travail et des tiers, 20208fr,48; Administration, Direction et Exploitation, 645447fr,86.

Le compte général d'Exploitation se balance donc par un bénéfice de 1074592fr,90, supérieur de 143980fr,33 à celui de 1906, auxquels il faut ajouter le solde créditeur du compte Intérêts et Divers, 68088fr,56. Ensemble : 1142681fr,46.

Nous avons à en déduire : 1° L'amortissement de 206 obligations, 103000fr; 2° Amortissement du $\frac{1}{10}$ des comptes suivants : Mobilier, outillage, 17201fr,83; Matériel en location, 2457fr,40; 3° Provision pour amortissement, 50000fr. Total : 172659fr,23. Reste : 970022fr,23.

	fr
Le solde du produit de l'exercice est donc de.	970022,23
qui, augmentés du report de l'exercice 1906,	219542,25
forment un total disponible de	1189564,48

Nous vous proposons d'employer cette somme de la manière suivante :

	fr
1° 5 pour 100 des bénéfices de l'exercice à la réserve légale	48501,11
2° Fonds d'amortissement du capital (art. 43 des statuts)	49000
3° Dividende de 4 pour 100, soit 20fr par action sur 32000 actions anciennes.....	640000
et 7fr,083 par action sur 32000 actions nouvelles.	226656
	964157,57
et de reporter à nouveau	225407,37
Total égal	1189564,48

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1
Frais de premier établissement	1
Frais d'études	1
Rachat de la Société des Forces motrices des Alpes-Maritimes	3623510,30
Dépenses d'installations........................	45908163,32
Mobilier et outillage	154816,50
Matériel en location...........................	22116,60
Approvisionnements divers....................	1042105,73
Disponibilités	8200658,03
Débiteurs divers	1974402,66
Acomptes sur entreprises en cours...........	919325,74
Portefeuille....................................	1176003 »
Comptes d'ordre et divers	346629,73
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	3021760,55
Total de l'Actif..........	66389495,16



Passif.

	fr
Capital	32 000 000 »
Obligations	31 047 000 »
Réserves et amortissements	518 738,71
Créditeurs divers	615 129,47
Avances sur travaux	360 000 »
Coupons à payer et obligations à rembourser	659 062,50
Profits et pertes	1 189 564,48
Total du Passif	66 389 495,16

COMPTE GÉNÉRAL D'EXPLOITATION

du 1er janvier au 31 décembre 1907.

	fr
Frais d'administration et d'exploitation	734 195,91
Balance à compte de Profits et Pertes	1 074 592,90
Total	1 808 788,81

	fr
Recettes de l'exploitation	1 808 788,81
Total	1 808 788,81

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

	fr
Amortissement de 206 Obligations	103 000 »
Amortissement des Comptes suivants	19 659,23
Provision pour amortissements	50 000 »
Balance	1 189 564,48
Total	1 362 223,71

	fr
Report de l'Exercice 1906	219 542,25
Solde du compte général d'Exploitation	1 074 592,90
Solde du compte Intérêts et Divers	68 088,56
Total	1 362 223,71

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 26 octobre au 6 novembre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ». £	sh	d	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE. £	sh	d
26 octobre	61	»	»	63	5	»
27 »	61	2	6	63	5	»
28 »	61	10	»	63	15	»
29 »	61	10	»	63	15	»
30 »	61	15	»	64	»	»
2 novembre	61	15	»	64	10	»
3 »	62	5	»	64	15	»
4 »	62	7	6	65	»	»
5 »	62	5	»	65	5	»
6 »	63	5	»	66	5	»

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Adjudication de charbons pour les chemins de fer de l'État belge. — Le 15 septembre 1908, il a été procédé simultanément, aux gares de Charleroi et de Liège, à l'adjudication publique de 100 lots de 5000 tonnes de menus, soit 500 000 tonnes de menus. Les charbons menus doivent être notamment : charbons menus pour foyers dits *demi-gras*, *quart-gras* ou *maigres*, propres à l'alimentation des locomotives de l'État.

Les résultats de l'adjudication sont les suivants :

	Charleroi. Lots.	Francs.	Liège. Lots.	Francs.
Menus demi-gras (type IV).	14	à 12,80 (1)		
	16	» 12,87 (1)		
	20	» 12,90 (1)		
	4	» 13,40		
	10	» 13,48 (1)		
	8	» 13,50 (1)		
	7	» 13,55 (1)		
	5	» 13,60 (1)		
	10	» 13,63 (1)	4	à 13,65 (1)
	11	» 13,65	5	» 13,75
	5	» 13,70	1 ½	» 13,80
	3	» 13,72	5	» 13,85 (3)
	9 ½	» 13,75	10	» 14 »
	1	» 13,84 (1)	1	» 13,90
	10	» 13,85 (4)	1	» 14,40 (1)
	3	» 13,90 (2)		
	4	» 13,95 (1)		
	6	» 13,98 (1)		
	14 ½	» 14 »		
	6	» 14,15 (1)		
	1	» 14,20		
	3	» 15,25		
	1	» 15,30		
Menus maigres (type II).			1	à 11 »
	½	à 11 »	1	» 11 »
	27 ½	» 12 »	½	» 12 »
			½	» 12,30
Menus demi-gras (type III).	8 ½	à 13 »	½	à 12,75
	½	» 14 »	1	» 12,80
			5	» 13 »

Avis commerciaux. — DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR (5). — N° 740. *Espagne*. — Situation économique des Iles Baléares pendant l'année 1907.

N° 741. *Italie*. — Navigation, commerce général du port de Naples. — Production agricole de l'Italie méridionale.

AVIS.

A vendre : deux machines à vapeur verticales Westinghouse de 75 chevaux chaque.

S'adresser au Syndicat professionnel des Usines d'électricité, 27, rue Tronchet, Paris.

---

(1) Soumissions anglaises.
(2) Dont 6 lots par soumissions anglaises.
(3) Dont 4 soumissions anglaises.
(4) Dont 5 lots par soumissions anglaises.
(5) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

Tome X. **N° 118. — 30 novembre 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Dans les Chroniques des deux précédents numéros nous n'avons pu, faute de place, faire ressortir l'intérêt des articles publiés dans ces numéros. Nous reviendrons aujourd'hui sur quelques-uns de ces articles.

Signalons tout d'abord, comme se rapportant au sujet de l'avant-dernière Chronique, la traduction qui a été donnée, p. 353 du numéro du 15 novembre, du procès-verbal de la séance finale de la **Conférence internationale des Unités et Étalons**. Le lecteur y trouvera non seulement le texte des résolutions prises par la Conférence dans ses diverses réunions, mais encore les détails des recommandations qu'elle a cru devoir faire sur la construction et le mode d'emploi des étalons mercuriels de résistance, des voltamètres à argent pour les mesures d'intensité de courant, enfin des éléments Weston pour la comparaison des forces électromotrices.

***

Complétons maintenant ce que nous avons dit dans notre dernière Chronique sur la Commission électrotechnique internationale par quelques mots sur les travaux du **Comité électrotechnique français**, lequel a, ainsi que nous l'avons vu, soumis à la Commission internationale plusieurs propositions intéressantes, le fonctionnement de la Commission internationale étant intimement lié à celui des Comités électrotechniques nationaux.

C'est à la suite de la réunion préparatoire tenue à Londres en juin 1906 que la Société internationale des Électriciens s'occupa, conformément aux décisions de cette réunion, de la constitution du Comité français; seize sociétés ou groupements scientifiques et techniques français furent consultés; dix acceptèrent de participer à la formation du Comité électrotechnique [1].

Une première réunion des mandataires de ces sociétés eut lieu le 1er juillet 1907; on y discuta le projet de Statuts et de Règlement intérieur proposé par la première section du Comité de la Société internationale des Électriciens, Statuts et Règlement qui furent adoptes dans la séance du 16 du

[1] Ce sont :
Association amicale des Ingénieurs électriciens;
Association normande des Propriétaires d'appareils à vapeur;
Services de contrôle des Associations françaises d'Industriels et de Propriétaires d'appareils à vapeur;
Société d'encouragement pour l'Industrie nationale;
Société des Ingénieurs civils de France;
Société française de Physique;
Société internationale des Électriciens;
Société technique de l'Industrie du gaz en France;
Syndicat professionnel des Industries électriques;
Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

même mois. Dans la même séance, le Comité nomma son bureau définitif et ses délégués ([1]).

Aussitôt après sa constitution, le Comité se mit à l'étude de diverses questions, les unes proposées par le colonel Crompton, secrétaire honoraire de la Commission internationale, les autres émanant du Comité lui-même et jugées intéressantes à soumettre à la Commission. Parmi les premières signalons la question du vocabulaire ([2]) et celle des symboles, dont il a déjà été parlé dans la dernière Chronique, et la question de l'unification des machines et appareils dont l'étude a été confiée à une Commission ([3]). Parmi les autres rappelons la question des étalons photométriques et celle des systèmes d'unités à employer dans les travaux de la Commission, que nous avons également signalées à propos de la réunion du Conseil de la Commission électrotechnique internationale.

***

Se conformant au vœu émis, en 1904, par le Congrès international d'Électricité de Saint-Louis, de réserver à une Conférence internationale toutes les questions concernant les unités, les promoteurs du Congrès international des Applications de l'Électricité qui eut lieu à Marseille en septembre dernier avaient systématiquement écarté du programme du Congrès toute question de ce genre. Mais les questions d'unités n'intéressent pas seulement les savants; elles intéressent aussi les praticiens, et M. Mailloux, ingénieur-conseil américain, l'a bien montré en faisant, à celle des sections qui s'occupait de traction, une communication sur **la définition et la mesure industrielle de l'accélération des trains.**

Comme, en raison même de ce qu'elle s'occupe d'unités, il est peu probable que cette communication soit insérée in extenso dans les comptes rendus officiels du Congrès, nous avons pensé que, tant par courtoisie internationale que par l'intérêt pratique qu'elle présente, nous devions à nos lecteurs de la leur faire connaître. Ils la trouveront p. 395 de ce numéro et constateront que, quoique né de l'autre côté de l'Atlantique, M. Mailloux n'ignore rien de la langue française et sait employer à propos des expressions imagées.

Dans cette communication, M. Mailloux expose les raisons qui lui font préférer le *kilomètre par heure par seconde* au *mètre par seconde par seconde* comme unité d'accélération dans les calculs de traction. Comme on le verra, plusieurs d'entre elles sont excellentes et le seul reproche qu'on puisse faire à l'auteur est qu'elles sont exposées trop longuement. Mais M. Mailloux le reconnaît lui-même dans la lettre qu'il nous adressait en nous envoyant sa communication : « Il y a, dit-il, des détails que j'ai développés qui vous sembleront bien simples; ils le sont, en effet, mais pas pour tout le monde. » Et, à l'appui de son dire, il ajoute qu'ayant publié, il y a 3 ans, un article concis sur le même sujet dans *Electrician*, de Londres, il n'a pu se faire comprendre, comme il l'eût voulu, des praticiens à qui il s'adressait.

C'est qu'en effet, la question soulevée par M. Mailloux a déjà été soumise à la discussion. Les ingénieurs de chemins de fer européens objectent à sa proposition qu'elle a le grave inconvénient d'introduire, dans la pratique, deux unités différentes d'accélération et qu'on ne peut passer, du nombre qui exprime la même accélération en fonction de l'une au nombre qui l'exprime en fonction de l'autre, que par l'introduction d'un facteur (3,6) qui n'a pas la

---

([1]) Les Statuts et le Règlement intérieur furent étudiés de manière a être en accord avec les Statuts de la Commission internationale et à permettre à tous les intérêts des différentes branches de la Science ou de l'Industrie électrique d'être représentés au sein du Comité.

D'après l'article 2 des Statuts :

« Le Comité électrotechnique français est constitué :

» 1° Par les mandataires des sociétés dont l'adhésion a été constatée par l'Assemblée générale constitutive du 16 juillet 1907;

» 2° Par les sociétés françaises ayant au minimum trois années d'existence, s'occupant soit d'électricité théorique, soit des applications de l'électricité à l'industrie, soit même d'autres objets conjointement avec l'électricité.

» Les demandes d'adhésion sont adressées au président; le Comité se prononce sur l'admission définitive.

» Les sociétés s'occupant exclusivement d'électricité auront droit à un mandataire par centaine complète de membres de la Société.

» Les sociétés s'occupant d'électricité conjointement avec d'autres objets auront droit à un mandataire pour 200 à 500 membres, 2 mandataires pour 501 à 1000 membres et ainsi de suite par groupe de 500 membres. »

Le Bureau était constitué comme suit :

Président : M. E. Mascart;

Vice-présidents : MM. E. Brylinski et R. Soreau;

Secrétaire : M. Ch. David;

Secrétaire adjoint : M. F. Laporte;

Trésorier : M. E. Brocq.

Le Comité désigna :

M. P. Boucherot, comme délégué au Conseil de la Commission;

M. P. Janet, comme délégué suppléant;

MM. P. Boucherot, P. Janet et Ch. David comme délégués à la Commission.

Par suite du décès de M. Mascart, la présidence étant devenue vacante, M. R.-V. Picou a été nommé président à l'unanimité à l'avant-dernière séance du Comité.

([2]) Les membres de la Commission du Vocabulaire sont : MM. Ch.-Ed. Guillaume, président; Ch. David, secrétaire; H. Armagnat, P. Boucherot, F. Laporte et G. Roux.

La Commission s'est en outre adjoint quelques collaborateurs volontaires :

MM. J. Bethenod, Bureau, R. Jouaust et E. Mongin.

([3]) Les membres de cette Commission sont :

MM. Brylinski, président; Ch. David, secrétaire; F. Laporte, secrétaire adjoint; P. Boucherot, Brocq, Grondin, Larnaude, Mazen, Roux et Sée.

simplicité à laquelle nous a accoutumés le système décimal; mieux vaut, ajoutent-ils, ne conserver comme unité d'accélération que le mètre par seconde par seconde.

Peut-être nos lecteurs attendent-ils de nous que, familiarisé par l'enseignement avec les difficultés que soulèvent les unités, nous prenions position dans le débat. Nous n'en avons aucune envie, non pas que nous nous désintéressions de la question, mais parce que nous sommes convaincu à l'avance que, quelles que soient les raisons que nous puissions donner, nous n'empêcherons pas certains ingénieurs de traction de prendre le kilomètre par heure par seconde, tandis que d'autres préféreront le mètre par seconde par seconde. Et nous estimons que les ingénieurs électriciens ne sauraient faire de reproche ni aux uns ni aux autres, puisque eux-mêmes emploient indifféremment le watt-heure et le joule (c'est-à-dire le watt-seconde) pour la mesure de l'énergie, l'ampère-heure et le coulomb (c'est-à-dire l'ampère-seconde) pour la mesure de la quantité d'électricité. Nous croyons même que l'adoption de la proposition de M. Mailloux aurait au moins un avantage : c'est qu'en forçant les ingénieurs à préciser les deux unités de temps qu'ils emploient dans les mesures d'accélération, nous ne verrions plus, comme c'est trop souvent le cas aujourd'hui, des accélérations exprimées en *mètres par seconde*, ou même simplement en *mètres*, sous le prétexte de simplifier le langage.

Une autre considération nous engage, d'ailleurs, à ne critiquer ni appuyer autrement que par la considération secondaire qui précède la proposition de M. Mailloux : c'est que cette proposition soulève une question bien autrement importante qui a été, il y a quelques années, l'objet d'une discussion passionnée et qui n'est pas encore résolue; nous voulons parler de la **décimalisation du temps**.

Le système C. G. S. dont les électriciens se montrent si fiers, non sans raison d'ailleurs, a en effet le grand tort de ne pas être *entièrement décimal*, malgré l'opinion courante. Il est décimal pour les unités de longueurs, ce qui fait qu'on peut employer indifféremment le centimètre, le mètre ou le kilomètre pour évaluer une longueur, la mesure étant dite, suivant le cas, exprimée en *unités C. G. S. absolues* ou en *unités pratiques*; il est encore décimal pour les unités de masses qui peuvent être indifféremment le gramme ou le kilogramme; mais il cesse d'être décimal, pour devenir duodécimal, lorsqu'on considère les unités de temps, dont les deux principales sont la seconde et l'heure. On peut nous objecter que le système C. G. S. ne prévoit qu'une seule unité de temps, la seconde, et que, pour les grandeurs dérivées dans lesquelles entre le temps, comme la force, la puissance, le travail, la pression, etc., on n'a défini qu'une seule unité, correspondant à la seconde pour l'unité de temps, et qu'on a choisi, pour unités pratiques de ces grandeurs, le produit de l'unité précédente par une puissance de 10 (par exemple, la mégadyne, le watt, le joule, la mégabarie). Entendu dans ce sens restreint, le système C. G. S. serait entièrement décimal. Mais, alors, le watt-heure et l'ampère-heure ne seraient plus des unités pratiques C. G. S., ainsi qu'on les considère ordinairement. En tout cas, qu'on les regarde ou non comme appartenant au système C. G. S., selon le sens plus ou moins général qu'on accorde à cette expression, il n'en est pas moins certain que l'heure est l'unité pratique de temps dans certains cas, le jour dans d'autres et même parfois l'an. A chacune de ces unités correspondra nécessairement une unité pour toute grandeur dérivée dépendant du temps. Il est, dès lors, aussi logique d'exprimer pratiquement l'énergie en kilowatts-an qu'en kilowatts-jour, ou en kilowatts-heure ou en kilowatts-seconde ou joules, la vitesse en kilomètres par heure qu'en centimètres par seconde, l'accélération en kilomètres par heure par seconde qu'en centimètres par seconde par seconde.

Cette pluralité d'unités non décimales pour la mesure d'une même grandeur est évidemment des plus fâcheuses. Mais les électriciens doivent avoir le courage d'avouer qu'ils en sont les auteurs responsables. Il leur eût suffi, pour l'éviter, d'adopter, lors de la discussion du système C. G. S. en 1881, intégralement les vues des promoteurs du système métrique, c'est-à-dire de prendre le jour comme unité naturelle du temps et la 10^{-5} partie du jour comme unité du nouveau système. Il en serait évidemment résulté une modification dans les valeurs adoptées pour l'unité de force et, par suite, dans celles des unités électromagnétiques d'intensité, de résistance et de potentiel; mais, du fait même que la nouvelle unité de temps n'aurait guère différé de la seconde sexagésimale (qui vaut $\frac{1}{86400}$ du jour), les étalons destinés aux mesures de ces grandeurs eussent été du même ordre de grandeur que les étalons actuels et eussent, par conséquent, été aussi pratiques que ceux-ci. Certes, une difficulté eût subsisté : celle de faire cadrer les unités pratiques des grandeurs dépendant du temps avec les unités déjà utilisées pour la mesure de ces mêmes grandeurs en prenant l'heure comme unité. Mais cette difficulté n'était pas insurmontable, et l'on eût facilement trouvé des unités pratiques *décimales* correspondant à peu près aux unités anciennement utilisées.

On pourrait objecter qu'on aurait difficilement



accepté à cette époque de substituer à la seconde, unité de temps universellement adoptée dans tous les pays civilisés, la cent-millième partie du jour. L'objection est peut-être bonne. On peut, toutefois, y répondre que la faveur avec laquelle a été accueilli le système C. G. S. tient beaucoup moins au choix du mètre et du kilogramme, comme étalons de longueur et de masse, qu'au fait que ce système est décimal pour ces grandeurs; la logique voulait donc qu'on décimalisât aussi le temps.

Malheureusement, tout regret semble aujourd'hui superflu : le système C. G. S. est actuellement trop répandu pour qu'on puisse songer à en remanier les bases. D'ailleurs, la question de la décimalisation du temps n'est plus aussi entière qu'elle l'était en 1881. En octobre 1896, le Ministre de l'Instruction publique nommait, en effet, une Commission chargée d'examiner divers systèmes proposés pour la décimalisation du temps et de la circonférence, en particulier le système de M. de Sarrauton, consistant à diviser le jour en 24 heures et l'heure en parties décimales, et celui de M. J. de Rey-Pailhade, où le jour se trouvait divisé en 100 parties appelées *cés* (correspondant presque exactement à un quart d'heure) et le cé en parties décimales (le millicé correspondant dès lors à un peu moins d'une seconde). Ce dernier système est, en somme, celui des promoteurs du système métrique; c'est celui que les électriciens auraient dû, logiquement, adopter en 1881, lors de la fondation de leur système d'unités. Or, c'est en faveur du premier que, dans sa séance du 17 mars 1907, la Commission se prononça.

Résignons-nous donc à avoir plusieurs unités de temps, parmi lesquelles l'heure et la seconde, et ne soyons pas surpris de voir figurer tantôt l'heure, tantôt la seconde, parfois l'heure et la seconde, dans les noms des unités servant à la mesure des grandeurs dérivées qui sont fonctions du temps. Acceptons par suite, sans récrimination, le kilomètre par heure par seconde comme unité C. G. S. au même titre que le mètre par seconde par seconde, à moins que nous ne refusions cette qualité à cette dernière sous le prétexte que le mètre n'est pas l'unité C.G.S., mais un multiple de celle-ci.

***

L'article de M. R. Sée, publié p. 379 de ce numéro, sur le **prix de revient de l'énergie électrique vendue comme force motrice**, ramène l'attention sur une question à laquelle l'extension des grands réseaux de distribution d'énergie électrique donne aujourd'hui une importance considérable : Ces réseaux peuvent-ils alimenter les gros consommateurs de force motrice avec des tarifs à la fois rémunérateurs pour les exploitants et économiques pour la clientèle?

Cette question est, depuis quelques années, discutée sous toutes ses faces par les électriciens de tous les pays; elle a été l'objet de nombreuses communications aux sociétés techniques et d'articles non moins nombreux publiés dans les journaux d'électricité; elle a été examinée dans ces colonnes à plusieurs reprises dans le courant de cette année, soit directement dans la Chronique du 15 janvier et dans les articles de M. Snell (30 mars) et de M. Wildt (15 août), soit indirectement dans les articles de M. Rougé (15 août) sur les stations centrales anglaises, de M. Cousin (15 juillet et 30 octobre) sur les emplois du courant de jour, de M. Elden (30 mars) sur l'analyse des pertes dans les grands réseaux, de M. George (30 juin) sur la tarification, etc.

En se reportant à ces divers articles on verra qu'un point tout au moins de la question doit être considéré aujourd'hui comme hors de doute : c'est qu'un industriel, quelle que soit la nature de l'industrie qu'il exploite, a toujours avantage à substituer la commande électrique à la commande mécanique. La divergence des opinions ne commence que lorsqu'il s'agit de savoir si l'énergie électrique doit être produite sur place ou si elle doit être achetée à un réseau de distribution.

Il est évident que sous cette forme la question n'est susceptible d'aucune solution générale et que chaque solution particulière dépend des tarifs de vente de l'énergie électrique et par conséquent des bénéfices que les sociétés de distribution veulent réaliser.

On a cru qu'on pourrait serrer la question de plus près en comparant le prix de revient de l'énergie électrique produite dans une usine isolée avec le prix de revient de l'énergie produite dans une grande centrale et amenée au lieu d'utilisation par un réseau de distribution. C'est une comparaison de ce genre qu'ont faite, d'une part, M. Snell en se basant sur les résultats d'une enquête effectuée dans un assez grand nombre d'usines privées et de stations centrales anglaises; d'autre part, M. Wildt en se basant sur les résultats d'essais de moteurs à vapeur de diverses puissances. Elle a conduit M. Snell à conclure en faveur de la fourniture d'énergie par un réseau de distribution quand l'énergie est utilisée sous forme de courants alternatifs, mais à faire des réserves sur la possibilité économique de cette fourniture lorsque l'énergie est distribuée sous forme de courant continu; quant à M. Wildt il arrive à cette conclusion que les entreprises de distribution ne peuvent concurrencer les usines privées dès qu'il s'agit de puissances de plusieurs centaines de chevaux utilisées d'une manière continue, comme cela

se produit dans plusieurs industries et en particulier dans l'industrie textile.

Mais la logique dans la manière d'envisager le problème suivie par M. Snell et par M. Wildt n'est qu'apparente. Il entre, en effet, dans l'évaluation d'un prix de revient trop de facteurs mal connus pour qu'on puisse affirmer que les résultats obtenus soient corrects, et, comme les prix de revient de l'énergie électrique produite dans une usine privée ou distribuée par un réseau ne peuvent différer que de quantités minimes, une légère inexactitude dans l'évaluation de l'un ou de l'autre de ces prix peut modifier complètement les conclusions.

Aussi les conclusions rappelées ci-dessus ont-elles été vivement attaquées. Le travail de M. Snell en particulier a été l'objet de nombreuses critiques dont quelques-unes ont été signalées dans ces colonnes. C'est l'ensemble de ces critiques qu'on trouvera énoncées, dans le court article de M. Sée, d'une façon à la fois très nette et très concise.

*
* *

La description de l'**Usine à vapeur de Saint-Giniez**, que nous donnons p. 380 de ce numéro, termine la série d'articles que nous avons consacrés à la génération à et la distribution de l'électricité sur le littoral de la Méditerranée. Rappelons à ce propos les descriptions données p. 298 et 303 du numéro du 30 octobre de l'**Usine du Cap Pinède** et de la **Station de transformation de la rue de Mazagran**, installations toutes modernes qui desservent le réseau de distribution établi à Marseille par la Société d'Électricité.

Profitons de cette occasion pour rectifier une erreur qui s'est glissée dans la description de l'**Usine d'Arles** (numéro du 30 septembre, p. 214) et que nous signale la maison Leflaive et Cie, de Saint-Étienne. Nous avons en effet dit que la chaufferie de cette usine renferme quatre groupes de deux chaudières Babcok et Wilcox, alors que ces générateurs sont du système Buttner. Ces générateurs ont été fournis par la maison Leflaive, ainsi d'ailleurs que les condenseurs à surface placés dans la salle des machines à côté des turbo-alternateurs.

Le développement des turbines à vapeur et la propriété que possèdent celles-ci d'avoir un rendement augmentant notablement à mesure que croît le vide dans le condenseur, ont conduit les constructeurs de ces machines à se préoccuper plus qu'on ne le faisait autrefois des conditions de fonctionnement des appareils de condensation. Il y a environ 3 ans, M. Maurice Leblanc a appliqué à la production de vides très élevés des idées originales qu'il comptait tout d'abord utiliser pour la production des basses températures à l'aide de la détente de la vapeur, et la Société Westinghouse a construit d'après ces principes un condenseur d'un genre tout à fait spécial que nous avons eu l'occasion de signaler antérieurement dans ces colonnes. Aujourd'hui nos lecteurs trouveront (p. 386) la description des **Condenseurs pour turbines Brown, Boveri-Parsons**, suivie de quelques considérations intéressantes sur le fonctionnement des tours de réfrigération.

*
* *

Deux articles traitant de questions économiques ont été publiés dans les précédents numéros; ils méritent d'être signalés.

On sait que depuis quelques années les constructeurs allemands de matériel électrique, poussés par la crise industrielle et financière qui a sévi et sévit encore en Allemagne, se sont réunis pour former un petit nombre de puissantes sociétés. Dans son article sur le **Trust allemand de l'électricité**, publié page 321 du numéro du 30 octobre, M. Fenétrier indique la genèse, l'extension et les résultats de cette concentration des intérêts des anciennes sociétés de construction électrique entre les mains de quelques-unes d'entre elles. A en juger par les dividendes distribués dans ces dernières années, cette concentration, en réglementant la concurrence, a donné d'excellents résultats financiers. Mais ne peut-on pas craindre que ce trust des constructions ne facilite la réalisation du monopole d'État, que, ainsi que nous l'avons dit dans une précédente Chronique, le gouvernement allemand songe à établir sur toutes les installations de production et de distribution d'énergie électrique? Les sociétés exploitant ces installations sont, en effet, pour la plupart, des filiales des sociétés de construction qui les ont établies; de plus, quelques-unes d'entre elles, comme celle qui distribue l'électricité dans Berlin, font officiellement partie du trust; dès lors les négociations nécessaires à l'établissement du monopole d'État se trouveront grandement simplifiées par le fait même que le gouvernement n'aura plus à traiter qu'avec un petit nombre de compagnies. Faut-il s'en réjouir ou le déplorer? Nous laissons à d'autres le soin de se prononcer.

Le second article sur lequel nous nous proposons d'attirer l'attention est celui où M. Tissot, directeur de la Banque suisse des chemins de fer, à Bâle, donne un exposé de la situation actuelle de l'**Industrie électrique en Suisse**, article publié dans le dernier numéro, p. 358. On verra qu'en Suisse aussi l'industrie électrique est presque entièrement entre les mains d'un petit nombre de sociétés; on y trouvera aussi des renseignements intéressants sur l'étude qui se poursuit depuis plusieurs années de l'électrification des chemins de fer suisses.

J. Blondin.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt-deuxième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, relative à l'arrêté du 21 mars 1908 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie, p. 403. — Modèle de relevé des canalisations établies par des entreprises de distribution d'énergie électrique sur les dépendances du domaine public national en vue de permettre le calcul des redevances dues par chaque entreprise pour les occupations de ce domaine, p. 405. — Modèle d'arrêté préfectoral portant autorisation d'installer une distribution d'énergie électrique par permission de voirie, p. 405. — Extrait de l'arrêté réglementaire du 15 janvier 1907 concernant les permissions de grande voirie, p. 407.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : 238-60.

Vingt-deuxième Bulletin bimensuel de 1908.

Sommaire : Avis, p. 374. — Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 3 novembre 1908, p. 374. — Bibliographie, p. 375. — Liste des documents publiés dans le *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 375. — Demandes d'emplois : *voir* aux annonces, p. v.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2^h à 4^h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8^h à midi et de $1^h 30^m$ à 5^h.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 3 novembre 1908.

Présidence de M. Meyer-May.

La séance est ouverte à $2^h 30^m$.

Sont présents : MM. Berne, A. Cance, Chateau, Chaussenot, Eschwège, Hillairet, Larnaude, de Loménie, L. Mascart, F. Meyer, M. Meyer, Meyer-May, A. Parvillée, Simonet, de Tavernier, Vedovelli, et M. de la Fontaine-Solare, secrétaire général du Syndicat.

Se sont excusés : MM. Azaria, Bardon, H. Fontaine, Javaux, E. Sartiaux, Turenne, Ziegler.

— Le procès-verbal de la séance du 13 octobre 1908, publié dans *La Revue électrique* du 30 octobre, est adopté.

Nécrologie. — M. le Président rappelle le décès de M. André Henry-Lepaute, administrateur délégué de la Société des Établissements Henry-Lepaute, membre du Syndicat depuis 1902.

Il adresse à Mme Henry-Lepaute et à M. L. Mascart, ami du défunt, l'expression douloureuse des sentiments de vive sympathie de la Chambre Syndicale.

Démissions. — La Chambre Syndicale accepte les démissions de :

MM. Bellanger (Émile-Henri-Marie),
Martineau (Auguste-Louis),
Tissot (Léopold),
Yung (père et fils),

qui n'adhèrent pas aux nouveaux statuts du Syndicat approuvés par l'Assemblée générale du 10 juillet 1908.

Renouvellement de la Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président rappelle que la Chambre Syndicale s'est réunie en séance extraordinaire le 28 octobre pour examiner les candidatures au siège de représentant des Industries électriques à la Chambre de Commerce de Paris.

Actuellement la candidature de M. Javaux, ancien président du Syndicat, reste seule posée, et M. le Président fait savoir qu'à la suite de démarches faites auprès de certaines personnalités il a l'assurance que cette candidature sera très favorablement accueillie.

Il donne lecture des lettres de MM. H. Fontaine, Azaria, Turenne et Ziegler, qui déclarent être tout à fait favorables à la candidature de M. Javaux.

A l'unanimité, la Chambre Syndicale désigne M. Javaux comme candidat à la Chambre de Commerce de Paris; elle charge son président de poser officiellement cette candidature et décide de la soutenir très chaleureusement.

Conseil des Prud'hommes. — M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Louis Deffez fils, récemment admis dans le Syndicat, qui fait part de son intention de poser sa candidature au Conseil des Prud'hommes, en remplacement de son père.

La Chambre Syndicale décide de donner son appui à M. Louis Deffez si, d'ici aux élections, aucune candidature ne se produit parmi les électriciens.

Commande faite a l'industrie étrangère par une administration de l'État. — M. le Président fait connaître que diverses maisons de constructions l'ont saisi du fait que l'Administration des Postes et des Télégraphes a confié à une maison de constructions étrangère la construction d'un des multiples prévus pour remédier aux résultats de l'incendie de Gutenberg. Cette maison étrangère aurait en effet consenti pour cette fourniture des conditions de prix inférieures à celle des maisons françaises.

La Chambre Syndicale entend protester de la façon la plus énergique contre cette décision de l'Administration des Postes et des Télégraphes. L'industrie française est tout à fait à la hauteur de sa tâche, aussi bien au point de vue de la perfection du matériel qu'au point de vue de la rapidité d'exécution ; il faut qu'elle soit soutenue par les Pouvoirs publics et que les fournitures de matériel destiné au pays lui soient réservées.

La Chambre estime que le procédé de l'Administration des Postes et des Télégraphes crée une situation grave ; elle fixe la conduite à tenir et les protestations à faire entendre.

Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants, qui ont été remis aux membres de la Chambre Syndicale :

N° 364.— Loi du 17 juillet 1908 relative à l'institution des Conseils consultatifs du travail.

N° 365. — Revue des Questions sociales et ouvrières (juillet-octobre 1908).

N° 366. — Les subventions aux bourses du travail. Rapport au Président de la République. Décret et et circulaire du Ministre du Travail, en date du 15 octobre 1908.

N° 367. — Projet de loi sur les horaires (texte voté par la Chambre les 18 et 25 juin 1908 et transmis au Sénat).

Correspondance. — La Chambre Syndicale a reçu :

Un exemplaire de l'*Étude du retour par la terre des courants industriels* faite en collaboration par MM. Barbillion, Brylinski et Harlé.

M. le Président pense que *La Revue électrique* publiera un résumé de cette intéressante étude. Il adressera aux auteurs les remercîments empressés de la Chambre Syndicale pour cet hommage.

— Une lettre d'un adhérent au sujet d'un projet de Société coopérative de distribution d'électricité.

— Le compte rendu des travaux du 6e Congrès des Chambres Syndicales de France et des Chambres de Commerce françaises à l'étranger.

Ce document est placé dans la bibliothèque du Syndicat.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3h45m.

Le Secrétaire général,
De la Fontaine-Solare.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des industries électriques (édition de 1907);
8° Le Rapport de M. Guieysse, sur les retraites ouvrières;
9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;
13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 408. — Tableau des cours du cuivre, p. 408.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Vingt-deuxième Bulletin bimensuel de 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission d'Exploitation administrative et commerciale du vendredi 16 octobre 1908.

Présents :

MM. Brylinski, président du Syndicat; Sée, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; Beauvois-Devaux, Bizet, George, Javal, G. Meyer, Rosenfeld, Rousselon.

Absents excusés :

MM. Delarue et Doucerain.

Nomination d'un secrétaire de la Commission. — M. George est chargé de remplir ces fonctions en l'absence de M. Fontaine.



Vols d'électricité. — M. Sée informe la Commission que le Congrès de Marseille a émis le vœu que des mesures soient prises pour entraver les vols d'électricité.

Ces mesures doivent être prises sous deux formes :

1° Soit qu'à l'aide de la loi de 1906 ou d'une nouvelle loi on puisse assermenter les agents de Compagnies d'Électricité;

2° Soit que les instructions données aux parquets et aux commissaires de police simplifient les formalités en matière de constatations.

En l'absence de M. Delarue, la discussion du Rapport est remise à la prochaine séance.

Impots (Rapport de M. Rosenfeld). — La première partie a déjà été adoptée par la Commission, et la deuxième, modifiée, sera distribuée aux membres avant la prochaine séance.

Police d'abonnement (Rapport de M. Javal). — La discussion est remise à la prochaine séance. Le rapporteur signale qu'aux termes de la loi de 1906, il ne serait pas obligatoire de soumettre au préfet et de faire approuver par lui le texte de la police arrêtée entre le concessionnaire et le conseil municipal.

Projet de loi sur la réglementation du travail. — L'étude de ce projet est remis à une date ultérieure. M. le Président signale que les demandes seront faites pour que la publication des horaires ne soit pas applicable aux ouvriers de la canalisation ; ceux-ci ont à faire surtout des travaux de réparation et d'entretien qui doivent être exécutés à toute heure de la journée ou de la nuit.

Patente. — M. Sée signale que le Congrès a émis le vœu pour l'adoption du projet de loi Cazeneuve. En attendant, il y aura lieu de suivre au Syndicat la manière dont l'Administration appliquera les textes existants.

Interprétation de l'article VII du cahier des charges type. — La Commission pense que tout concessionnaire de l'électricité dans une commune qui achète le courant à une autre société avec laquelle elle a des liens financiers ou autres doit passer avec celle-ci un contrat en deux parties, ou mieux encore deux contrats : le premier doit comporter les prix qu'aurait à payer le concessionnaire si aucune compensation n'était accordée au fournisseur sous quelque forme que ce soit, ces avantages ne pouvant d'autre part lui être accordés par la commune elle-même en cas de rachat, de déchéance, etc.; le deuxième doit comporter les ristournes consenties au concessionnaire et donner les raisons pour lesquelles celles-ci ont été accordées.

Il semble à la Commission que le premier de ces contrats, conservant seul son effet en cas de rachat ou de déchéance, devra seul être communiqué à la municipalité.

Application de la loi de 1906. — M. Sée rend compte de la consultation qu'il a demandée à M. Frénoy relativement à la non-rétroactivité des redevances et des frais de contrôle, et à la procédure administrative prévue par la loi de 1906.

La Commission décide de mettre en tête de l'ordre du jour de la prochaine séance les Rapports sur les impôts, le modèle de police et les vols d'électricité.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission de Législation et de Réglementation du 11 novembre 1908.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; de Loménie, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; Beauvois-Devaux, Chéreau, Eschwège, Pinta, Sée, Widmer.

Absent excusé : M. Ticier.

Nomination d'un secrétaire. — Il est procédé à la nomination d'un secrétaire de séance pour remplacer M. le Secrétaire général lorsqu'il ne pourra être présent.

M. Chéreau est désigné à l'unanimité pour ces fonctions. M. le Président le remercie de vouloir bien les accepter.

Acceptation de M. Brachet. — M. Brachet, ayant été pressenti pour faire partie de la Commission, a bien voulu accepter les offres qui lui étaient faites. La Commission lui vote ses remercîments.

Projet de loi sur la réglementation du travail (horaires industriels). — M. le Secrétaire général rappelle les conditions dans lesquelles au mois de juillet dernier la question de la réglementation du travail, au point de vue des horaires industriels, a été envisagée et votée par la Chambre des Députés. Il rappelle que la Chambre Syndicale et la Commission auront à intervenir, au moment voulu, auprès de la Commission sénatoriale pour cette question, après entente intersyndicale avec les divers Syndicats intéressés avec lesquels nous sommes en rapport.

Documents officiels sur la loi du 15 juin 1906. — M. le Président rappelle les divers documents officiels parus sur cette question depuis la dernière séance de la Commission, à savoir :

Le décret du 20 août 1908 approuvant le cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'État;

La circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 3 août 1908, relative au règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et à l'envoi du décret du 3 avril 1908 ;

La circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 5 septembre 1908, relative à la traversée des lignes de chemins de fer par les canalisations d'énergie électrique;

La circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 15 septembre 1908, relative aux décrets du 17 octobre 1907 sur les redevances et frais de contrôle.

Ces divers documents ont été publiés dans *La Revue électrique*.

M. Brylinski remet à la Commission deux nouveaux documents sur la même question :

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 21 juillet 1908, relative à l'arrêté du 21 mars 1908 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique;

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des

Postes et des Télégraphes, du 25 octobre 1908, relative à l'envoi de formules pour l'application de la loi du 15 juin 1906.

Ces deux circulaires seront reproduites dans *La Revue électrique*.

PATENTES. — M. le Secrétaire général rappelle les conditions dans lesquelles cette question a été discutée dans deux séances contradictoires, tenues en mai et juin dernier, au siège de l'Union des Industries métallurgiques et minières, entre les divers contentieux des Syndicats intéressés.

A la suite de ces démarches, M. Cazeneuve a dû être documenté pour pouvoir appuyer autant qu'il est possible son projet de loi.

Les tentatives d'application du projet de loi du Gouvernement, avant qu'il soit voté, sont de nouveau rappelées à la Commission.

La Commission demande que cette question soit particulièrement surveillée par les intéressés, de manière qu'elle puisse être informée rapidement des suites qui interviendraient.

VOTATION POPULAIRE DU 25 OCTOBRE 1908 (relative à la législation fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques, le transport et la distribution de l'énergie électrique). — M. le Secrétaire général rend compte des articles **23 *bis*** et **24 *bis*** qui ont été introduits dans la législation fédérale suisse et qui réglementent la question.

RÈGLEMENT D'ATELIER. — M. le Secrétaire général indique que cette question a été traitée dans les précédentes séances et que la Chambre Syndicale est actuellement suffisamment documentée. La question ne sera donc pas maintenue à l'ordre du jour.

COMMUNICATIONS DIVERSES. — M. le Secrétaire général donne connaissance des diverses consultations relatives au droit de transmission sur les titres émis en cours du trimestre, sur les droits de contrôle et les droits de voirie, sur la nécessité de faire enregistrer les actes, etc.

REDEVANCES ET FRAIS DE CONTROLE (Loi de 1906). — Il est donné lecture à la Commission d'un travail qui a été communiqué au Comité consultatif dans sa dernière séance.

La Commission remercie M. le Secrétaire général d'avoir assuré au Syndicat une consultation aussi remarquable.

Divers membres insistent cependant sur des divergences de vues dans lesquelles ils se trouvent avec l'auteur sur différents points, et notamment en ce qui concerne les permissions de voirie, qui, ainsi qu'il résulte et de la préparation des règlements et d'une circulaire récente, ne semblent plus nécessaires sur aucune partie de la voirie, en tant que les travaux se rattachent à une concession précédemment donnée ; ceux-ci doivent seulement faire l'objet, quant à leurs conditions techniques, d'une autorisation de l'ingénieur, autorisation dont la formule est donnée dans la circulaire dont il s'agit.

L'essentiel, à cet égard, est de savoir si l'abrogation contenue dans la loi de 1906 est valable en ce qui concerne une autre loi, celle du fonctionnement municipal. Cette question sera étudiée ultérieurement.

Divers membres font remarquer les conséquences de la suppression éventuelle de la permission de voirie, notamment au point de vue du droit de timbre.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 novembre 1908.

Membres actifs.

MM.

ALAUX, Concessionnaire de l'éclairage électrique à Laguépie (Tarn-et-Garonne), présenté par MM. Laille et Boudeau.

MARGUERAUD (Louis), Secrétaire général du Secteur de la rive gauche, 13, rue de Seine, Paris, présenté par MM. Eschwège et Fontaine.

Membre correspondant.

M.

PATINAUD (Gabriel), Chef monteur électricien à Belmont-Chavanoz (Isère), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

Usines.

Société électrique de Morteau, à Morteau (Doubs).

Usine électrique de Laguépie, à Laguépie (Tarn-et-Garonne). MM. Alaux, Marre et Cie, directeurs.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).

8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les



cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Manuel pratique pour l'application des nouveaux règlements sur les distributions d'énergie électrique (faisant suite à la loi du 15 juin 1906). 1 vol. in-8°, 1908, chez A. Gratier et J. Rey, éditeurs, à Grenoble. Prix : 7fr,50.

M. Paul Bougault, avocat à la Cour d'appel de Lyon, vient de faire paraître un *Manuel pratique pour l'application des nouveaux règlements sur les distributions d'énergie électrique.*

L'auteur a eu pour but de réunir, dans un même Volume, tous les textes de ces décrets actuellement épars dans le *Journal officiel* ou dans les Revues spéciales d'électricité et de donner un commentaire pratique des questions litigieuses qu'ils pourront soulever.

L'Ouvrage est ainsi divisé : d'abord, le décret du 17 octobre 1907, organisant le contrôle, et un second décret du même jour fixant les redevances de voirie (p. 7 à 18); suit le commentaire de ces décrets (p. 19 à 34). Puis, le décret du 3 avril 1908 concernant les formalités à remplir pour obtenir les autorisations ou les concessions (p. 35 à 63). Ce décret est suivi d'un commentaire (p. 65 à 104). Ensuite, le décret du 17 mai 1908 approuvant le cahier des charges type des distributions d'énergie dans le cas de concession par une commune ou un syndicat de communes (p. 105 à 132). Ce décret est commenté pages 133-151. Enfin, on trouve : le décret du 20 août 1908 approuvant le cahier des charges type des distributions d'énergie dans le cas de concession par l'État (p. 153 à 178); l'instruction ministérielle du 1er février 1907 relative à la traversée des lignes de chemins de fer par des conducteurs d'énergie électrique, avec les annexes suivantes : 1° modèle d'arrêté préfectoral; 2° modèle de demande de renseignements; 3° notification aux préfets et aux administrateurs des compagnies de chemin de fer. L'Ouvrage se termine par le texte de l'arrêté ministériel du 21 mars 1908, déterminant les conditions techniques des distributions d'énergie. (Ces différents textes occupent les pages 179 à 239.)

Les commentaires sont conçus dans un style clair et concis, puisqu'ils se trouvent compris dans 73 pages environ sur les 244 pages de l'Ouvrage (le reste étant occupé par les divers textes ci-dessus énumérés).

L'Ouvrage vient à peine de paraître que le Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes a publié de nouvelles circulaires très importantes et qui appelleraient de sérieux commentaires, et notamment la circulaire en date du 5 septembre 1908, relative à la traversée des lignes de chemins de fer par des canalisations d'énergie électrique et à l'emprunt des voies ferrées par ces canalisations; cette dernière circulaire modifiant précisément l'instruction ministérielle du 1er février 1907 et les annexes, insérées dans le Manuel de M. Bougault. La lacune du Livre de M. Bougault sur ce point pourra se trouver comblée dans l'avenir.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Sur le calcul du prix de revient de l'énergie électrique vendue comme force motrice. — A la fin d'un très remarquable article sur les emplois du courant de jour, paru dans *La Revue électrique* du 15 juillet 1908, M. Cousin indique « qu'une étude s'imposerait des différents procédés commerciaux propres à en propager l'emploi ».

Pour savoir à quelles conditions les entreprises de distribution peuvent vendre ce courant de jour, il faut préalablement comparer le prix de revient de ce courant de jour supposé produit par une grande centrale avec le prix de revient que pourrait obtenir le consommateur produisant lui-même sa force motrice.

Sans prétendre faire ici cette étude comparative de prix de revient, préface à l'étude demandée par M. Cousin, nous voudrions seulement rappeler quelques principes, fréquemment méconnus par ceux qui ont écrit sur le même objet.

a. Pour que les chiffres obtenus dans une grande centrale et dans une usine privée soient comparables, il faut se placer dans des conditions d'essai très analogues, notamment au point de vue de la durée. Si, dans une usine donnée, les conditions de marche pratique sont les mêmes que les conditions d'essai, les chiffres de consommation par cheval obtenus en marche pratique et en essai de réception coïncideront. Mais, en dehors des conditions d'horaire, de marche régulière, de choix judicieux du matériel dont nous parlerons plus loin, il est impossible de considérer comme constants, d'une part le bon état d'entretien du matériel, d'autre part la bonne conduite des appareils (surtout le travail du chauffeur). Il faut donc éviter de comparer des chiffres obtenus *sur quelques heures* de marche surveillée spécialement au point de vue du matériel et du personnel, avec les chiffres obtenus sur un mois ou *sur un an de marche industrielle*.

b. Il faut ensuite supposer que l'usine privée et la grande centrale possèdent l'une et l'autre du matériel approprié à l'usage qu'elles veulent en faire. Nous avons lu, il y a quelque temps, un article où l'auteur comparait les prix de revient d'une usine comportant d'excellentes machines compound marchant à 12 kg : cm² de pression avec surchauffe, économiseurs, etc., avec le prix de revient d'une centrale électrique contenant de vieilles machines démodées marchant à échappement libre. C'est là un procédé qui, même employé avec plus de discrétion, fausse complètement les résultats obtenus.

c. Il faut enfin dans une centrale, et c'est là une opération extrêmement délicate, calculer séparément le prix de revient des kilowatts-heure destinés à un client déterminé, et ne pas les confondre dans la masse des kilowatts-heure produits par l'usine. Le prix de revient de cette fourniture spéciale pourra se trouver alors très différent du prix de revient global de la centrale. Le kilowatt-heure lumière à 500 heures d'utilisation annuelle revient évidemment beaucoup plus cher que le prix de revient du kilowatt-heure fourni à un service de pompes élévatoires à marche continue (8760 heures par an). Ici encore le procédé qui consisterait à comparer le prix de revient d'une filature avec le prix de revient *global* d'une centrale, pour démontrer ensuite que la centrale ne peut pas vendre du courant avec bénéfice à une filature, serait nécessairement erroné.

Beaucoup d'industriels, méconnaissant ces trois principes, contestent *a priori* la possibilité économique pour une grande centrale d'alimenter des usines à marche régulière.

Nous croyons pouvoir au contraire affirmer *a priori* que, toutes choses égales d'ailleurs (horaire, régularité de marche, durée d'amortissement pour le matériel), les kilowatts-heure produits *isolément* chez un industriel lui reviennent plus cher que les kilowatts-heure considérés comme *kilowatts-heure supplémentaires* et produits dans une grande centrale de distribution.

La grande centrale a, en effet, pour avantages certains la possibilité d'employer des unités plus puissantes, le combustible acheté par grosse quantité, les frais généraux et les services auxiliaires d'usine mieux répartis, une main-d'œuvre réduite, des frais d'établissement proportionnellement beaucoup plus faibles, etc.

Quant à savoir quel est le prix de revient vrai du kilowatt-heure dans une usine à conditions de marche données, c'est un calcul infiniment difficile. Les comptabilités d'usines privées sont bien rarement établies de manière à permettre ce calcul sur un laps de temps suffisamment long.

A notre avis, ce calcul pourrait fréquemment prouver à une grande centrale qu'elle doit améliorer son matériel ou diminuer ses prix de vente; mais il ne pourrait en aucun cas prouver que le consommateur a intérêt à fabriquer lui-même l'énergie qui lui est nécessaire.

R. Sée.



Usine à vapeur de Saint-Giniez (Marseille). — A l'époque de son installation par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour le compte de la Compagnie générale française des Tramways, l'usine de Saint-Giniez passait, à juste titre, comme un modèle d'usine moderne. En vertu des lois du progrès elle ne peut aujourd'hui revendiquer ce titre, mais elle reste toujours très imposante et par ses dimensions considérables et par la belle ordonnance des groupes électrogènes.

Les anciens groupes électrogènes fournissent des courants triphasés à 5500 volts, 25 p : s, qui sont distribués aux stations de transformation alimentant le réseau de traction. Récemment l'usine a été

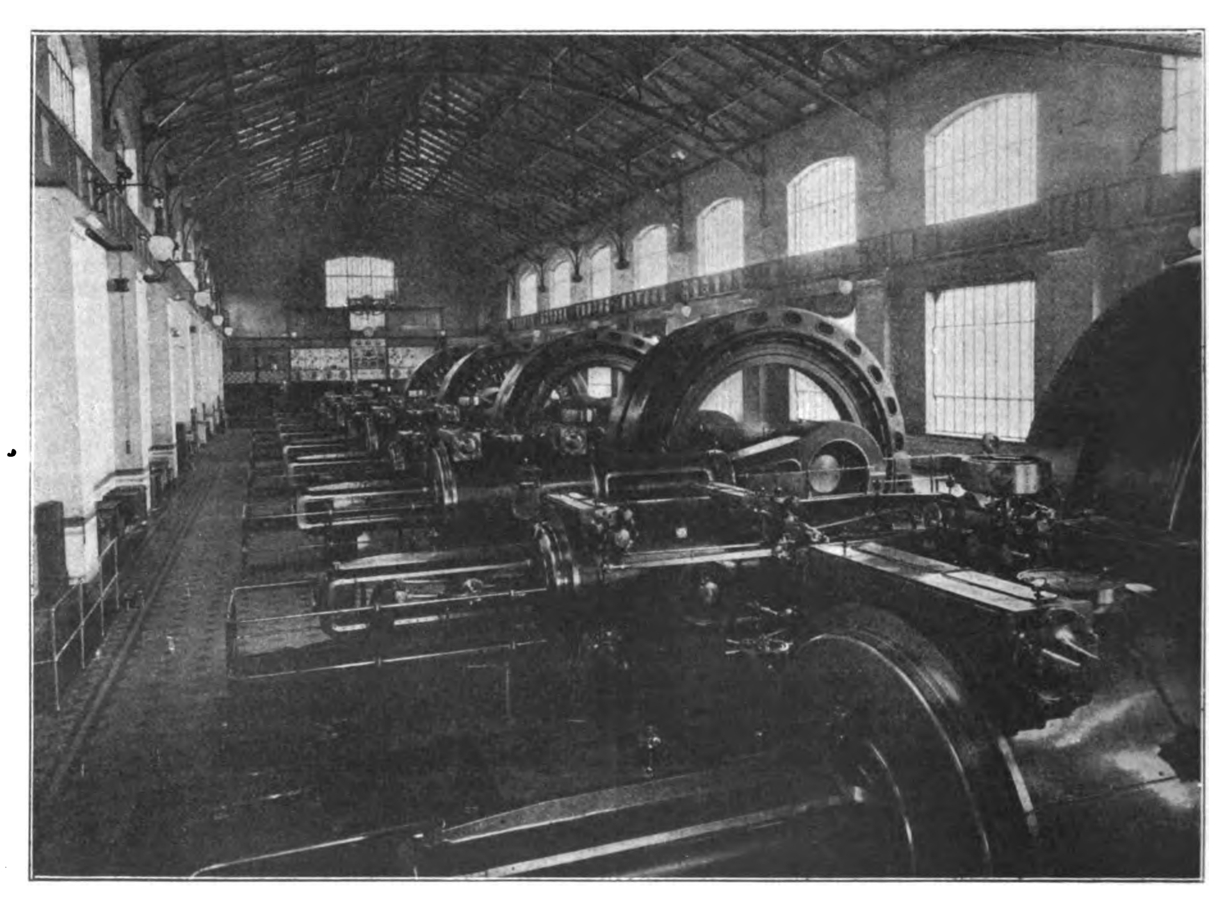


Fig. 1. — Usine de Saint-Giniez. Vue de la salle des machines.

reliée au poste de transformation de Castellane, de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, avec lequel elle peut fonctionner en parallèle. Plus récemment encore on y a installé un groupe turbo-générateur à 5500 volts et on l'a reliée au poste d'Allauch qui, comme nous l'avons vu, transmet à 13500 volts l'énergie qui lui est transmise sous 50000 volts de l'usine hydraulique de la Brillanne. Par suite de cette liaison l'usine de Saint-Giniez est devenue usine de secours du réseau de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, lequel réseau alimente en temps normal les stations de commutatrices autrefois desservies par l'usine.

La description détaillée des installations primitives ayant été publiée antérieurement dans la presse technique, nous insisterons peu sur ces installations, mais nous donnerons quelques détails sur le nouveau groupe électrogène de 13500 volts dont la figure 1 donne une vue d'ensemble.

Salle des chaudières. — La chaufferie primitive contenait 20 chaudières semi-tubulaires de 200^{m^2} de surface de chauffe chacune. Plus tard fut installé un groupe de quatre chaudières multitubulaires Roser de 250^{m^2} de surface de chauffe chacune, avec économiseurs Green. Plus récemment on a augmenté la chaufferie d'un groupe de quatre chaudières Babcock et Wilcox de 350^{m^2} chacune, avec économiseurs Green, principalement destiné à l'alimentation du groupe turbo-alternateur.

Chaudières semi-tubulaires. — Les générateurs semi-tubulaires à bouilleurs fournis par la Société alsacienne

de Constructions mécaniques sont disposés par groupes de cinq en deux rangées parallèles avec passage central entre les foyers se faisant face.

Les caractéristiques de ces générateurs sont les suivantes :

Surface de chauffe....................	2000^{m^2}
Timbre..............................	$9^{kg:cm^2}$
Nombre de tubes du corps principal.	98
Surface de grille.....................	4^{m^2}

La production normale de vapeur de chaque chaudière est d'environ 2000^{kg} par heure. La vaporisation correspondante par mètre carré de surface de chauffe est de 10^{kg} de vapeur et peut être augmentée de 25 pour 100 avec emploi de houille de bonne qualité. Le corps cylindrique et les bouilleurs sont en tôle d'acier, les têtes de ces derniers et le dôme de vapeur en acier embouti. Les devantures des chaudières sont pourvues, outre les portes de foyer, de cen rier et de nettoyage de tubes, de trois parties en tôle emboutie dont un des avantages est de garantir le chauffeur contre le rayonnement des têtes de bouilleurs.

Toutes les chaudières semi-tubulaires sont pourvues d'appareils fumivores système *Maronnier*. Ces appareils manœuvrés par le chauffeur, à chaque manipulation de charbon sur la grille, provoquent un appel d'air supplémentaire réglable suivant le combustible employé. La fermeture est obtenue automatiquement par la combinaison d'un sablier servant de porte à chacun des deux tubes de conduite d'air. Deux chicanes en briques réfractaires placées en arrière de l'autel complètent le système et ont pour effet de produire un brassage énergique ainsi que le rallumage des gaz de la combustion.

Chaudières Roser. — Les générateurs multitubulaires système Roser, placés à la suite des semi-tubulaires, sont disposés de la même façon que ces derniers et constituent deux groupes de chaudières séparées par le prolongement du même passage central, les foyers se faisant face.

Chaque chaudière se compose de quatre parties principales, savoir :

1° Un réservoir principal constitué par un réservoir transversal placé à l'avant qui relie deux réservoirs longitudinaux. Les dimensions sont, pour le réservoir transversal : longueur $3^m,220$, diamètre 1^m; pour les réservoirs longitudinaux : longueur $4^m,80$, diamètre $0^m,800$.

2° Un faisceau tubulaire de 14 éléments de 10 tubes chacun, soit 140 tubes mandrinés à chaque extrémité sur les boîtes de raccordement en fer forgé.

Les dimensions des tubes sont :

Longueur.........	$4^m,640$
Diamètre..........	$\frac{112^{mm}}{129^{mm}}$

3° Un hydro-défecteur ou collecteur de boue, placé à l'arrière et à la partie inférieure du faisceau tubulaire, destiné à recevoir les dépôts calcaires et en même temps assurer la liaison entre les deux colonnes de retour d'eau et les tubes.

4° Le retour d'eau composé de deux colonnes de 188^{mm} de diamètre intérieur qui relient l'arrière des réservoirs longitudinaux au collecteur de boue. Elles débouchent dans ce dernier par l'intermédiaire de cuissards rivés sur le collecteur.

Tous les assemblages sont faits par points cônes, métal sur métal sans aucun intermédiaire.

Chaque chaudière, d'une surface de grille de 5^{m^2} et de 250^{m^2} de surface de chauffe, peut vaporiser en marche normale et économique 1100^{kg} de vapeur à l'heure sous la pression de 9 kg : cm². Cette production peut être augmentée de 25 pour 100 sans entraînement d'eau par suite de l'emploi d'un faisceau horizontal de tubes placés sous les réservoirs longitudinaux et qui constitue le sécheur de vapeur.

Ces chaudières sont pourvues de portes avec fermeture automatique du foyer et des cendriers sous une poussée de vapeur venant de l'intérieur, des trappes d'expansion destinées, au cas de crèvement d'un tube, à l'écoulement de la vapeur à l'extérieur sans risque d'accident.

Deux de ces chaudières, nos **22** et **24**, sont munies d'appareils de fumivorité à soufflage de vapeur système *Cavenaught*. L'appel d'air supplémentaire est obtenu par des séries de petits injecteurs d'air disposés au-dessus de la grille, à droite et à gauche dans les parements du foyer. Le réglage de l'arrivée de vapeur dans les tuyères se fait par l'intermédiaire d'un robinet distributeur commandé par la tige de piston d'un cylindre vertical dont le fonctionnement automatique est assuré par la manœuvre des portes du foyer. La vapeur introduite dans ce cylindre à simple effet soulève le piston, et ce dernier n'est ramené à sa position primitive que sous l'action du contrepoids placé à la partie inférieure de la tige de commande. Cette tige est en outre solidaire d'un second piston se déplaçant dans un cylindre modérateur rempli d'un liquide incompressible dont l'écoulement dans un sens à travers un orifice réglable limite la durée de la course et par suite celle du soufflage au-dessus de la grille.

Chaudières Babcock et Wilcox. — Les générateurs multitubulaires système Babcock et Wilcox, placés à la suite des chaudières Roser, sont d'une disposition semblable à celle adoptée pour les autres chaudières de l'usine et constituent deux groupes de chacun deux chaudières.

Ce type de générateurs comprend trois parties principales :

1° Le faisceau tubulaire composé de 20 sections formées chacune de neuf tubes de $5,486 \times 102^{mm}$ réunis à leurs extrémités par joints mandrinés à deux collecteurs en fer forgé. L'épaisseur des tubes est de $3^{mm},5$.

2° Deux réservoirs d'eau et de vapeur de $1^m,371$ de diamètre et $7^m,010$ de longueur totale. Chaque réservoir porte : deux portes de communication disposées pour recevoir les tubes qui établissent la communication avec le faisceau tubulaire; un trou d'homme dans le fond arrière; un piètement spécial pour prises de vapeur aves deux alésages, de 100^{mm}, pour communication avec le collecteur; un piètement de 90^{mm} pour soupape de sûreté.

Ces réservoirs sont réunis par un collecteur de vapeur en acier forgé de 152^{mm} intérieur et de longueur

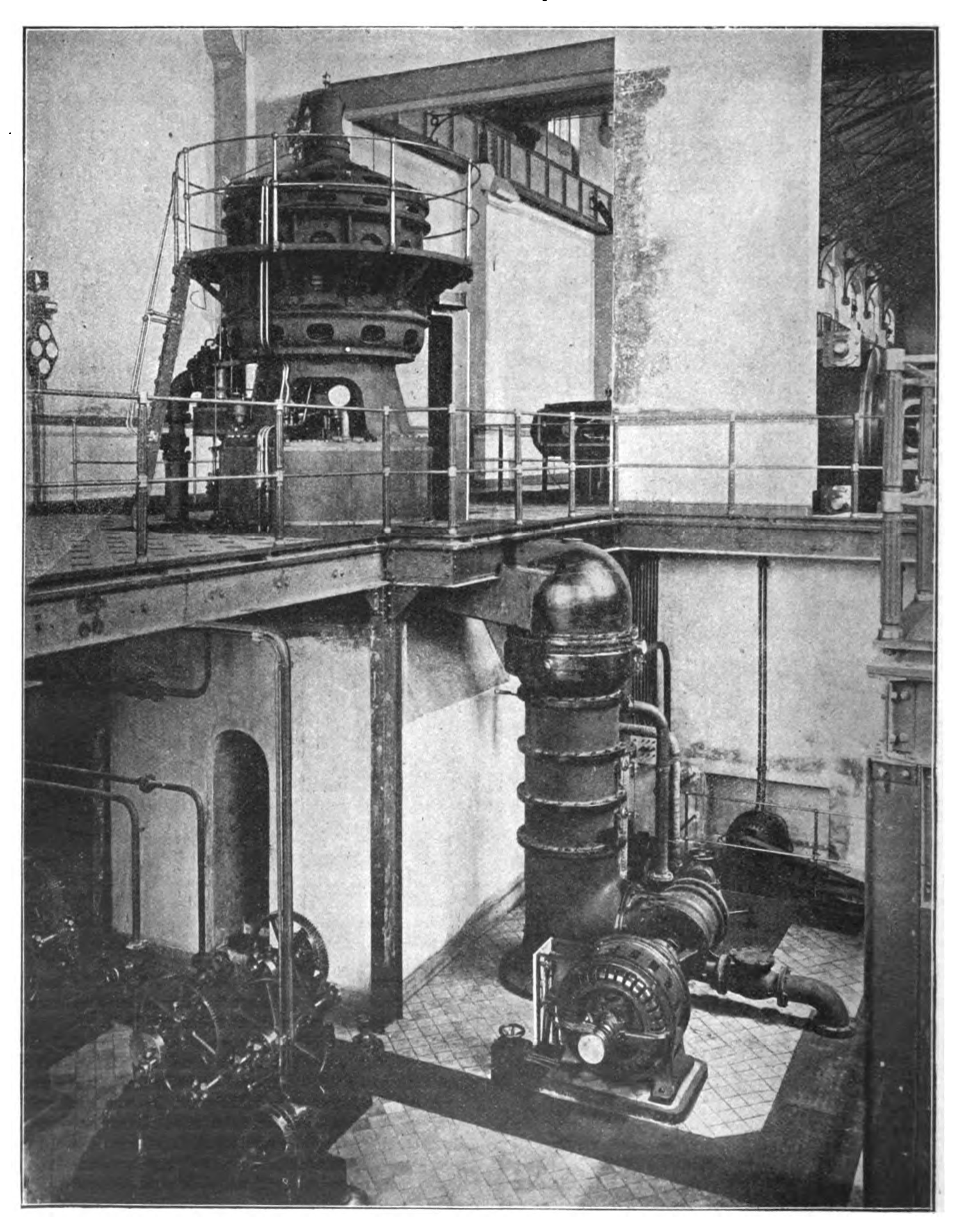


Fig. 2. — Usine de Saint-Giniez. Vue du nouveau groupe turbo-alternateur.

convenable. Ce collecteur porte deux tubulures pour prise de vapeur saturée de 90mm d'orifice.

3° Le collecteur de dépôt, placé à la partie inférieure du faisceau tubulaire arrière, est en acier de 152mm de côté et de 3m,597 de longueur. Il porte : quatre trous de poings autoclaves pour permettre le nettoyage; deux tuyaux courts avec robinets de purge pour les extractions sous pression et la vidange de la chaudière.

L'ensemble de la chaudière est suspendu à des portes en fer I reposant sur des colonnes en fer I avec base en fonte et chapiteaux.

Les quatre chaudières Babcock et Wilcox sont chacune du type normal dit de 360m² de surface de chauffe, vaporisant 4200kg de vapeur avec emploi de lignite seule.

Elles sont munies de grilles mécaniques tournantes à chargement automatiques composées chacune de deux grilles à barreaux en fonte spéciale; deux chariots avec leurs rails; deux trémies en façade du générateur avec leurs portes de foyer et leur manœuvre de réglage; deux portes de cendriers à l'arrière et leur manœuvre.

Le mouvement de rotation de la grille articulée est obtenu par l'intermédiaire d'excentriques clavetés sur un arbre de transmission, commandé lui-même par un moteur électrique.

Un dispositif particulier, cliquet, roue à rochet, roue et vis sans fin, permet dans de certaines limites de faire varier la vitesse de translation.

D'autre part, ces grilles sont munies d'un dispositif de volets de réglage de l'entrée d'air qui permettent de marcher à des allures inférieures à l'allure normale des chaudières.

Économiseurs. — Toutes les batteries sont pourvues d'un économiseur-réchauffeur Green, de 360 tubes par 1000m² de surface de chauffe de semi-tubulaires; de 192 tubes pour 500m² de surface de chauffe de multitubulaires Roser; de 128 tubes pour 360m² de surface de chauffe de multitubulaires Babcock et Wilcox, dont les raclettes sont actionnées par un petit moteur électrique.

Ces appareils réchauffent l'eau d'alimentation d'environ 70° C.

Pompes d'alimentation. — L'alimentation se fait, pour les vingt semi-tubulaires et les quatre multitubulaires Roser, au moyen de quatre pompes à vapeur genre Worthington; pour les multitubulaires Babcock et Wilcox, à l'aide de pompes centrifuges multicellulaires commandées par moteur électrique.

Ces pompes électriques peuvent, le cas échéant, servir à l'alimentation des multitubulaires Roser.

L'eau épurée arrive en charge sur les pompes par l'intermédiaire de bâches alimentées par un grand réservoir en ciment armé de 170m³.

L'échappement des pompes à vapeur traverse un serpentin noyé dans la bâche correspondante, dont l'eau se trouve ainsi réchauffée de 25° environ.

Le réservoir d'eau épurée est alimenté par un appareil Desrumeaux, épuration par carbonate de soude et chaux, d'un débit de 60m³ à l'heure. Celui-ci reçoit l'eau du grand réservoir de 100m³ installé à 12m de hauteur sur une tour en maçonnerie.

L'eau, puisée dans la galerie souterraine parallèle à un des côtés et à la façade de l'usine, est alimentée par l'Huveaune, et la nappe du sous-sol est refoulée dans le réservoir de la tour par trois groupes de pompes centrifuges à corps conjugués, commandées par courroies actionnées par des moteurs électriques, modèle ordinaire à 110 volts, placés sur un plancher en surélévation du sol de la chaufferie.

Cheminées, tuyauteries, etc. — Les cheminées en maçonnerie sont au nombre de trois.

Les deux premières, de 60m de hauteur, 4m de diamètre intérieur à la base, 3m,20 au sommet, reçoivent les gaz des vingt chaudières semi-tubulaires, soit 2000m² de surface de chauffe pour chacune.

La troisième, de même hauteur, mais de 3m,60 de diamètre intérieur au sommet, correspond à l'ensemble des multitubulaires Roser et Babcock, soit 2500m² de surface de chauffe.

La chaufferie ne possède pour le moment aucun système de chargement et d'amenée automatique. Le charbon arrive devant les feux par wagonnets poussés à bras et chargés automatiquement dans le parc au moyen d'un élévateur électrique à godets déversant dans une trémie sous laquelle on amène et remplit les wagons.

Les scories prises devant les feux sont déversées et transportées au moyen de brouettes dans une trémie installée en bas de la chaufferie.

Cette dernière, au niveau du sol, permet le chargement facile de wagonnets, qui, repris par un monte-charges, sont amenés au moyen de voies appropriées et d'un treuil de halage à l'endroit habituel de décharge.

Les tuyauteries d'alimentation de chaque groupe sont disposées en forme de boucle et permettent l'alimentation, soit en passant par les réchauffeurs, soit directement.

Le collecteur d'alimentation, placé au-dessus de la façade des générateurs, double pour les semi-tubulaires et simple pour les multitubulaires, a un diamètre intérieur de 120mm.

Des compteurs à eau sous pression, système Schmidt, correspondent à chacune des pompes à vapeur. Un compteur à eau, un distributeur à l'air libre, système Schildo, correspond aux pompes centrifuges électriques.

Les tuyauteries de vapeur, construites entièrement en tôle d'acier doux, rivée ou soudée à recouvrement, sont également disposées en forme de boucle pour chaque groupe de chaudières avec vanne à chaque extrémité du collecteur de vapeur. Par ce moyen l'arrivée de vapeur au grand collecteur des machines est toujours assurée.

Ce collecteur général est muni de vannes d'intersection qui permettent d'isoler une partie défectueuse de la tuyauterie.

Le raccordement de chaque chaudière au collecteur se fait par un col de cygne en fer sur lequel se trouve intercalée soit une soupape d'arrêt Groignard combinée avec clapet automatique, soit une valve d'arrêt ordinaire avec un clapet automatique, système Vaultier, fonctionnant dans les deux sens.

Ces diverses tuyauteries ont comme dimensions :

Pour le collecteur de groupe.	275mm	diam. intérieur.
Pour le collecteur général....	350mm	
Pour le collecteur de cygne..	140mm et 180mm	

Salle des machines. — La salle des machines renferme cinq groupes électrogènes à moteurs à vapeur à pistons et, comme il a été dit plus haut, un nouveau groupe turbo-alternateur.

Le bâtiment des cinq groupes électrogènes à moteurs à pistons (*fig.* 1) a pour dimensions : longueur 75m, largeur 22m ; hauteur de plancher des fermes, 18m. Il est desservi dans toute sa longueur par un pont roulant d'une force de 40 tonnes, avec deux treuils de 20 tonnes accouplés.

Le plancher de la salle est constitué par des poutres métalliques avec hourdis de mâchefers en grès cérame. Ce carrelage repose sur les fondations des machines exécutées en maçonnerie de moellons au ciment. Le plafond est constitué par des moellons de couvert avec enduit de plâtre.

L'installation mécanique comprend :

5 groupes à vapeur de 1500 chevaux avec alternateurs de 1000 kilowatts;
3 groupes électrogènes à vapeur à courant continu pour l'excitation et les services auxiliaires;
1 groupe électrogène électrique à courant continu pour mêmes destinations;
le tableau de distribution;
les condenseurs, tuyauteries de vapeur, purgeurs automatiques logés dans le sous-sol.

Groupes électrogènes de 1000 kilowatts. — Les machines à vapeur sont du type horizontal compound à condensation avec distribution Corliss. Leurs dimensions principales sont :

Diamètre du petit cylindre........	900mm
Diamètre du grand cylindre.......	1500mm
Course des pistons................	1400mm
Nombre de tours par minute......	75

Elles développent avec une pression initiale de 7,5 kg : cm² au petit cylindre et un degré d'admission de :

	23 pour 100.	25 pour 100.	28 pour 100.	
Environ.	1520	1670	1810	chev. indiqués
Soit.....	900	1000	1080	kilowatts

aux bornes de la dynamo.

La distribution du petit cylindre, réglée par le régulateur genre Proell, peut donner des admissions de 0 à 50 pour 100.

Le condenseur vertical à double effet, placé dans le sous-sol, est du type vertical actionné par le prolongement de la tige du petit cylindre.

Une soupape à double siège, placée à la sortie du grand cylindre, permet d'échapper à l'air libre.

Les paliers moteurs sont munis d'un système de graissage par circulation d'huile produite par une petite pompe rotative placée entre les deux cylindres.

Les deux manivelles sont calées de 125° position qui donne le couple moteur le plus régulier. Le coefficient d'irrégularité est environ de $\frac{1}{300}$, obtenu par l'emploi d'un volant additionnel de 36 tonnes environ.

La dynamo génératrice est un alternateur triphasé placé sur l'arbre de la machine à vapeur, entre les deux cylindres. Les données principales de cette machine sont les suivantes :

Nombre de tours par minute......	75
Nombre de pôles.................	40
Fréquence du courant triphasé.....	25 p : s
Tension.........	5500 volts
Rendement.......................	96 p. 100

L'induit est constitué par un grand anneau en tôle de fer doux, assemblé et maintenu par un câble en fonte ; l'enroulement logé dans les encoches se compose d'un ruban de cuivre isolé en mica et comprend deux bobines par phase et par paire de pôles, soit au total 120 bobines occupant 240 encoches.

L'inducteur, monté sur l'arbre de la machine à côté du volant, est constitué par une roue en fonte portant 40 pôles disposés radialement et composés de feuilles de fer assemblées avec bobines inductrices formées d'un ruban de cuivre enroulé sur champ.

Le courant d'excitation est amené aux enroulements inducteurs par deux paires de balais métalliques frottant sur des bagues collectrices en fonte.

Chaque machine est munie d'un appareil de mise en train à vapeur, à déclenchement automatique.

Groupes à courant continu. — Les trois groupes électrogènes à courant continu, pour l'excitation des alternateurs et les services auxiliaires, sont composés chacun d'une machine à vapeur de 120 chevaux compound, accouplée directement à une dynamo à courant continu.

Un seul groupe est suffisant pour l'excitation de quatre alternateurs, un deuxième groupe fournit le courant continu pour les services auxiliaires, éclairage, moteur d'atelier, pompes, commande des économiseurs, de l'élévateur de charbon, etc., et le troisième sert de réserve.

La machine à vapeur est du type pilon compound, à condensation. Ses dimensions principales sont les suivantes :

Diamètre du petit cylindre.........	320mm
Diamètre du grand cylindre........	480mm
Course............................	300mm
Nombre de tours par minute.......	210

Les cylindres sont munis d'enveloppes chauffées par la vapeur d'admission et garnis de calorifuge.

Le régulateur à ressort placé dans le volant, agissant sur la distribution par décalage de l'excentrique, permet d'atteindre une admission d'environ 50 pour 100 à ce cylindre.

La distribution se fait par tiroirs-pistons équilibrés.

Le condenseur placé dans le sous-sol est vertical; il est actionné par la bielle du grand cylindre au moyen d'une contre-bielle et d'un balancier.

Une soupape à double siège permet de marcher à échappement libre.

La dynamo accouplée à la machine est du type *Siemens* avec inducteurs intérieurs, induit à anneau avec collecteur constitué par la partie extérieure de l'enroulement.

La puissance est de 110 volts, 710 ampères, soit 78 kilowatts.



Nombre de pôles....................	4
Nombre de spires à l'induit..........	385
Énergie nécessaire à l'excitation......	2000 watts
Rendement énergique à pleine charge.	93,5 p. 100

Le quatrième groupe d'excitation entièrement électrique d'une puissance continue de 90 kilowatts comprend une dynamo actionnée par un moteur asynchrone triphasé, fonctionnant directement avec la tension de 5500 volts produite aux alternateurs.

La puissance du moteur est de

$$19 \text{ ampères} \times 5500 \text{ volts} = 106 \text{ kilowatts}.$$

Les autres données sont :

Nombre de tours......................	480
Nombre de pôles......................	26
Nombre de périodes..................	25
Rendement à pleine charge...........	90 p. 100

La puissance de la génératrice est de

$$120 \text{ volts} \times 750 \text{ ampères} = 90 \text{ kilowatts}.$$

Elle est excitée en dérivation; ses autres données sont :

Nombre de tours par minute..........	480
Nombre de pôles.....................	8
Rendement électrique à pleine charge..	93 p. 100

Le démarrage du groupe se fait du côté alternatif et est obtenu par l'intermédiaire de bagues de démarrage et de résistance introduites dans chaque phase du rotor.

Aussitôt le moteur démarré, ces résistances sont mises en court-circuit par un commutateur placé en bout d'arbre dont la manœuvre commande en même temps le relevage des balais de démarrage.

Accessoires. — Les alternateurs sont reliés au tableau de distribution au moyen de câbles armés, chacun d'une section égale à 3×100^{mm}, placés dans une galerie longitudinale entièrement indépendante du reste du sous-sol.

Cette galerie renferme également les câbles d'excitation et ceux pour la commande à distance des régulateurs des machines obtenue par l'intermédiaire d'un petit moteur asynchrone placé dans le contrepoids et qui agit sur ce dernier par vis et engrenages. Cette disposition permet ainsi de modifier du tableau la position d'équilibre du régulateur et, par suite, l'introduction de vapeur correspondante à la puissance demandée à la machine à vapeur.

Groupe turbo-alternateur. — La puissance fournie par les cinq alternateurs de la salle principale devenant insuffisante pour alimenter le réseau de tramways qui prenait de l'extension tous les jours, on fut obligé de prévoir l'établissement de deux groupes de 1000 kilowatts chacun, dont un seul a été installé jusqu'ici. Ce groupe est placé dans une salle bâtie en bout de la salle principale, communiquant avec elle par une large baie et ayant pour dimensions : longueur 15^m, largeur 12^m, hauteur 16^m. Elle est également desservie par un pont roulant.

Elle comprend deux étages : au premier étage se trouvent la turbine, l'alternateur et le tableau; au rez-de-chaussée, les pompes de graissage des pivots et des paliers, les appareils de condensation avec les moteurs pour pompes à air sec de vidange, ainsi que de relevage d'eau d'injection.

La turbine Curtis à axe vertical (*fig.* 2), construite par les ateliers Thomson-Houston, fonctionne à une pression initiale de 11,5 kg : cm²; elle est munie, outre le régulateur normal, d'un régulateur de sûreté.

L'admission de vapeur est également assujettie à une commande venant du tableau de distribution analogue à celle décrite plus haut.

La turbine peut marcher à air libre ou à condensation. Le condenseur est du type Leblanc-Westinghouse.

L'alternateur sort également des ateliers Thomson-Houston. Ses données principales sont :

Nombre de tours par minute.........	1500
Nombre de pôles....................	2
Fréquence du courant triphasé........	25 périodes
Tension.............................	5500 volts

Un tableau local, qui comprend les interrupteurs à huile, les appareils de mesure et les barres omnibus, est relié au tableau principal sur lequel sont reportés une partie des appareils de mesure et de commande.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution se trouve placé à l'une des extrémités de la salle principale des machines.

Il se compose d'une charpente métallique à deux étages; le tableau proprement dit se trouve au premier étage, à $2^m,50$ environ au-dessus du sol de la salle des machines.

Le tableau a été prévu en vue de l'installation de quatre groupes d'excitation et de six groupes électrogènes à courant triphasé.

Les panneaux d'excitation occupent le centre. Chacun d'eux comprend : 1° pour les excitatrices à vapeur, un rhéostat de champ, un ampèremètre, deux interrupteurs à deux directions qui permettent de mettre la machine soit sur le circuit d'excitation, soit sur le circuit des services auxiliaires; 2° pour l'excitatrice électrique, les mêmes appareils auxquels sont ajoutés un ampèremètre avec transformateur pour le courant haute tension du moteur asynchrone, le levier de commande de l'interrupteur tripolaire de haute tension, le volant de manœuvre du rhéostat de démarrage, le petit levier de déclenchement du disjoncteur automatique haute tension à rupture dans l'huile.

En outre, sont répartis sur les différents panneaux d'excitation : deux voltmètres, dont l'un est branché sur les barres d'excitation de l'alternateur et l'autre sur un commutateur à cinq directions qui sert à contrôler les différentes tensions des groupes d'excitation.

Les tableaux des alternateurs se trouvent à droite et à gauche des tableaux d'excitatrices.

Chacun de ces panneaux comprend : un appareil à touches commandant le rhéostat intercalé dans le circuit d'excitation de l'alternateur et placé derrière le tableau; un interrupteur à rupture lente et un autre à rupture brusque, tous les deux sur l'excitation (le dernier, en usage normalement, coupe le circuit par l'intermédiaire de contacts en charbon sur une résistance en dérivation aux bornes qui a pour effet d'éviter une

10....

surélévation dangereuse de voltage au moment de la rupture du circuit); un ampèremètre mesure le courant d'excitation; un autre ampèremètre sur l'une des phases du circuit triphasé et un wattmètre indiquent à chaque instant le débit et la puissance de la machine.

Chaque panneau porte le levier de commande de l'interrupteur tripolaire à haute tension, un petit commutateur pour la commande à distance du régulateur de la machine à vapeur correspondante, et un interrupteur tripolaire à fiche qui a pour but de mettre en circuit les secondaires des transformateurs de lecture servant au voltmètre et à la mise en phase avec le réseau au moment du couplage de l'alternateur correspondant.

Trois grands voltmètres placés au-dessus du panneau central indiquent, par l'intermédiaire de transformateurs appropriés, la tension entre les trois branches du circuit triphasé à haute tension; le panneau central porte en outre, sur appliques, deux voltmètres de phase et deux voltmètres de tension du réseau, ainsi que les lampes de phase pour l'accouplement des alternateurs.

L'indication de ces lampes de phase n'étant pas suffisamment visible des machines installées à l'extrémité de la salle, un second indicateur a été placé au-dessus du premier. Cet appareil, composé de trois séries de quatre lampes montées sur un disque de tôle peint en blanc, constitue, par combinaisons des secondaires des transformateurs de chaque phase du réseau et de l'alternateur, un feu tournant qui suit les variations d'écart de vitesse de l'alternateur, et permet ainsi au mécanicien d'amener rapidement sa machine au synchronisme nécessaire pour effectuer le couplage de l'alternateur correspondant avec les alternateurs déjà en charge sur le réseau.

Les panneaux réservés aux alternateurs portent des ampèremètres Ferrari à champ tournant qui permettent de se rendre compte du débit de chaque sous-station.

Des appareils enregistreurs, voltmètre et ampèremètres thermiques, wattmètre à champ tournant, ainsi qu'un wattmètre totalisateur du courant produit, occupent un des panneaux laissé inoccupé et servent au contrôle général de l'usine.

Dans la chambre située derrière le tableau se trouvent les rhéostats d'excitation d'alternateurs, les arrivées de câbles des alternateurs et les départs des feeders à haute tension, les transformateurs pour tous les appareils de mesure et les coupe-circuits pour la protection de ces appareils.

Enfin, cette chambre renferme les barres collectrices du courant à haute tension placées sur des supports à double isolement obtenus au moyen d'isolateurs en porcelaine et de douille en ébonite.

Se trouvent également, dans cette chambre, les transformateurs des appareils enregistreurs, etc., ainsi que les compteurs d'énergie, au nombre de trois, dont l'un quelconque sert de vérification aux deux en service. Ceux-ci sont intercalés en série sur une des branches du système triphasé à haute tension et chacun a une capacité de 500 × 5500, soit 4500 kilowatts avec la possibilité d'une surcharge de 20 pour 100.

Au deuxième étage, dans une chambre spéciale, se trouvent les interrupteurs à haute tension des machines et feeders, ainsi que les coupe-circuits fusibles intercalés dans le circuit et destinés à protéger les machines et câbles d'un excès accidentel de courant.

Les interrupteurs à haute tension du type à cornes sont manœuvrés à distance au moyen de leviers placés sur les panneaux des machines du premier étage. Les interrupteurs des feeders ont leurs leviers placés contre le mur du fond du tableau également au premier étage.

Enfin, tout à fait à la partie supérieure, sur les poutres en fer placées transversalement au-dessus du deuxième étage, se trouvent trois paratensions à cornes dont deux avec résistance liquide et le troisième avec résistance en charbon.

Ces appareils fonctionnent au cas de surtension dans les câbles du réseau.

De plus, il a été installé ces derniers temps : un interrupteur à cornes, à haute tension, qui fonctionne automatiquement soit par excès de courant, soit par retour d'énergie; deux interrupteurs à rupture dans l'huile, à fonctionnement automatique, pour un débit maximum de 150 à 200 ampères (câbles de la Barasse); un interrupteur de même fonctionnement, mais sous un débit de 30 à 50 ampères (moteur asynchrone). Tous ces interrupteurs automatiques sont placés en série avec un interrupteur du système ordinaire à cornes.

Le nombre d'interrupteurs tripolaires à cornes manœuvrés à la main est, par suite, de : 5 pour les alternateurs, 9 pour les départs des neuf feeders, 1 pour le transformateur des moteurs asynchrones des régulateurs, 1 pour le moteur asynchrone du quatrième groupe d'excitation.

La marche du courant produit à l'usine est la suivante : arrive au tableau par câble armé, traverse les instruments de mesure du panneau, monte au deuxième étage pour traverser l'interrupteur et les fusibles, redescend sur les barres collectrices du premier étage, remonte au deuxième étage pour traverser les interrupteurs des feeders et des fusibles, et redescend au premier étage pour se raccorder aux boîtes d'extrémité des câbles alimentant les sept sous-stations de transformation réparties dans la ville.

La distribution du courant à 110 volts aux services auxiliaires se fait sur un tableau spécial installé dans une chambre latérale au tableau principal. Cette chambre renferme, de plus, le téléphone reliant par un réseau privé l'usine aux différentes sous-stations.

La deuxième chambre latérale au grand tableau est agencée pour servir de bureau au service de l'usine.

CONDENSEURS.

Condenseurs pour turbines à vapeur Brown, Boveri-Parsons. — La consommation de vapeur rapportée à l'unité de travail produit est, pour un moteur à vapeur quelconque, d'autant plus faible que le vide au condenseur est plus grand. Si l'on prend comme point de départ un vide de 90 pour 100, qu'on peut considérer comme normal, la théorie in-



dique que la consommation de vapeur doit augmenter de 1 à 1,35 pour 100 pour chaque centième de vide en moins et diminuer de 2 pour 100 pour chaque centième de vide en plus. Pratiquement, l'influence du vide est encore plus marquée sur le rendement des turbines à vapeur, et, dans certains essais, on a relevé une diminution de consommation de 3 pour 100 pour chaque centième d'augmentation du vide dans les limites comprises entre 91 et 93 pour 100.

On pourrait objecter que l'augmentation du rendement résultant de l'emploi d'un vide très élevé est compensée par l'augmentation du travail dépensé dans la pompe à air. Mais on peut répondre victorieusement à ces objections en faisant remarquer d'une part que, théoriquement, la puissance absorbée par la pompe à air diminue à partir d'un certain degré de vide (de 70 pour 100 environ) et d'autre part que l'expérience a montré que la puissance dépensée pour la condensation n'est jamais qu'une fraction très faible de la puissance de la machine. Ainsi, avec une turbine de 1400 kilowatts travaillant avec un condenseur à surface, on a trouvé pour un vide de 96 pour 100 que le travail absorbé par l'ensemble de la condensation (pompe à air et pompe de circulation réunies) était de 1,7 pour 100 de celui fourni par la machine.

En raison de cette influence considérable du degré de vide sur le rendement des turbines, les constructeurs de ces machines se sont préoccupés d'améliorer le fonctionnement des installations de condensation. En particulier, la Société Brown, Boveri et Cie s'est trouvée amenée à entreprendre elle-même la construction de condenseurs spéciaux pour ses turbines et à étudier le fonctionnement des tours de réfrigération de l'eau servant à la condensation. Nous donnons ci-dessous quelques renseignements sur ces deux sujets d'après une brochure récemment publiée par cette Société.

A. Divers types de condenseurs. — 1° *Condenseurs à surface.* — Ces condenseurs sont formés d'un corps cylindrique, le plus souvent disposé horizontalement, contenant un faisceau de tubes refroidisseurs (*fig.* 1). Ceux-ci sont traversés par de l'eau froide amenée par des pompes de circulation généralement centrifuges; la vapeur s'échappant de la turbine pénètre dans le corps cylindrique et se condense au contact des tubes; une pompe, la pompe à air humide, est chargée d'aspirer l'eau de condensation ainsi que l'air amené par l'eau d'alimentation des chaudières ou qui pénètre par les joints.

Les tubes refroidisseurs sont en laiton étamé intérieurement et extérieurement. A leurs extrémités, ils sont fixés dans des plaques en bronze (*fig.* 2), au moyen de presse-étoupe avec garniture en coton, qui laissent les tubes se dilater librement; ce mode de fixation a été reconnu plus efficace, pour éviter les fuites, que celui qui consistait à fixer les tubes par mandrinage dans des plaques tubulaires en fer. Sur les deux plaques tubulaires en bronze sont boulonnés les couvercles

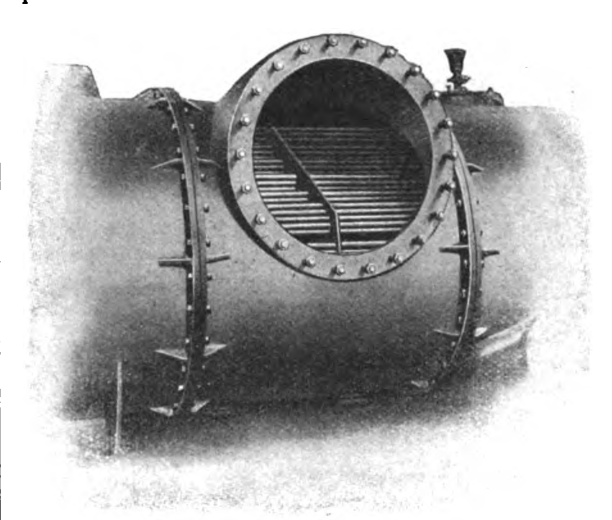


Fig. 1. — Disposition des tubes de refroidissement dans un condenseur à surface.

qui portent respectivement les tubulures d'entrée et de sortie de l'eau de refroidissement. La figure 3 montre un condenseur pour turbine de 3500 kilowatts

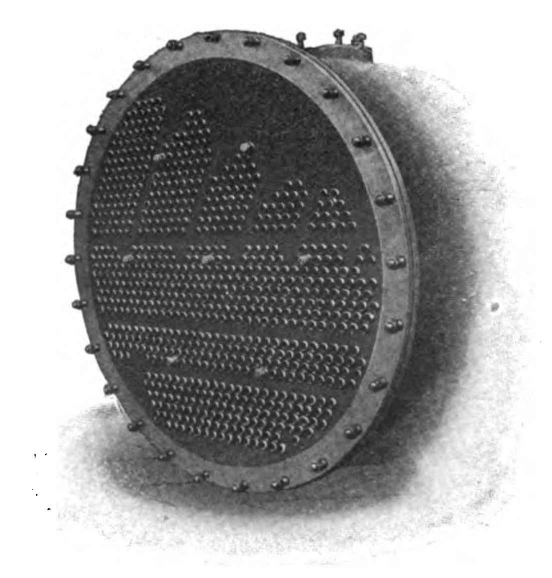


Fig. 2. — Plaque tubulaire d'un condenseur à surface.

en voie d'achèvement à l'usine de Fives; la figure 4 représente un condenseur pour turbine de 10000 chevaux en cours de montage.

La pompe à air humide est à deux étages, c'est-à-dire que le mélange d'eau, de vapeur et d'air puisé dans le corps du condenseur est d'abord amené à une pression intermédiaire entre celle du condenseur et la

pression atmosphérique, puis ensuite refoulé à la pression atmosphérique; la disposition à deux étages présente, d'une part l'avantage de donner lieu à une moindre usure des clapets, d'autre part celui de permettre de réaliser une plus grande étanchéité des pièces mobiles. La pompe à air humide peut être actionnée au moyen d'un moteur électrique, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une courroie ou d'une chaîne; là où les dispositions locales le permettent, la pompe à air humide est actionnée en même temps que la pompe centrifuge de circulation par un seul moteur accouplé directement avec cette dernière. La figure 5 montre une pompe à air humide à trois cylindres, commandée directement par un moteur à courant continu;

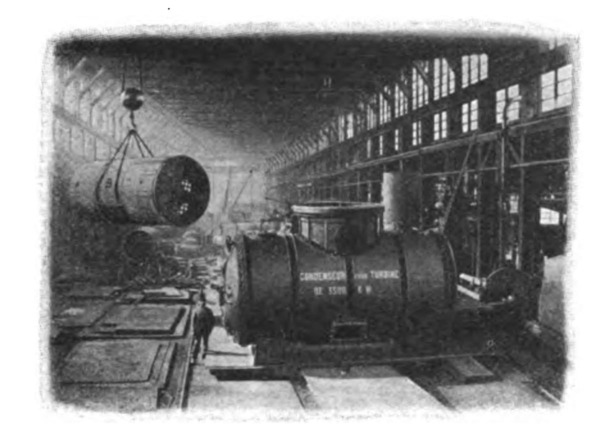


Fig. 3. — Condenseur pour turbine de 3500 kw.

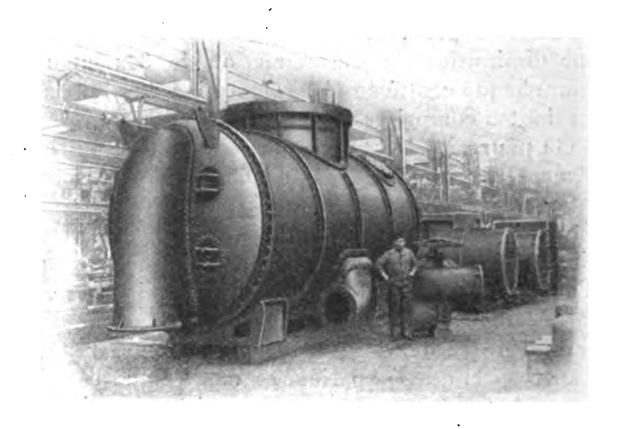


Fig. 4. — Condenseur à surface pour turbines de 10000 chevaux.

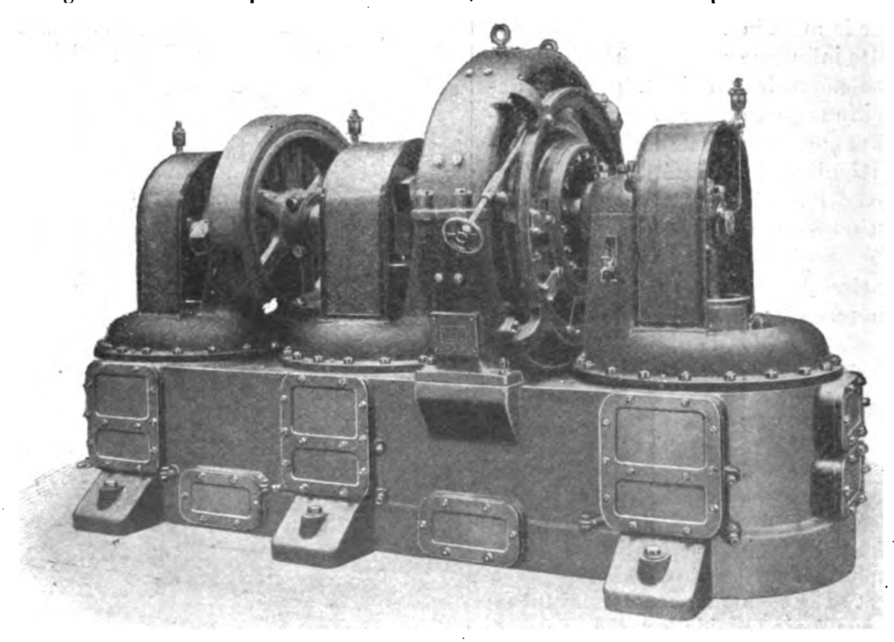


Fig. 5. — Pompe à trois cylindres à commande électrique directe.

la figure 6 donne une vue de l'installation de la pompe à air (au fond) et de la pompe centrifuge de circulation de l'usine de Saint-Denis de la Société d'Électricité de Paris [1].

2° *Condenseurs à mélange ordinaire.* — Le corps du condenseur est muni d'une pompe à pistons à un étage, mais à double effet, mono ou polycylindrique, suivant la puissance de l'installation (*fig.* 7); cette pompe est généralement commandée par courroie au moyen d'un moteur électrique. Elle aspire l'eau prove-

[1] Usine décrite dans ce journal, t. V, 15 janv. 1906, p. 5.

nant de la condensation en même temps que l'eau de refroidissement, laquelle pénètre d'elle-même, sous forme de pluie fine, dans le condenseur.

La quantité d'eau de refroidissement est réglée par une vanne qui se commande du sol de la salle des machines; cette quantité est en moyenne de 30 à 35 pour 100 plus faible que celle nécessaire à la condensation par surface; mais, toutes autres conditions égales,

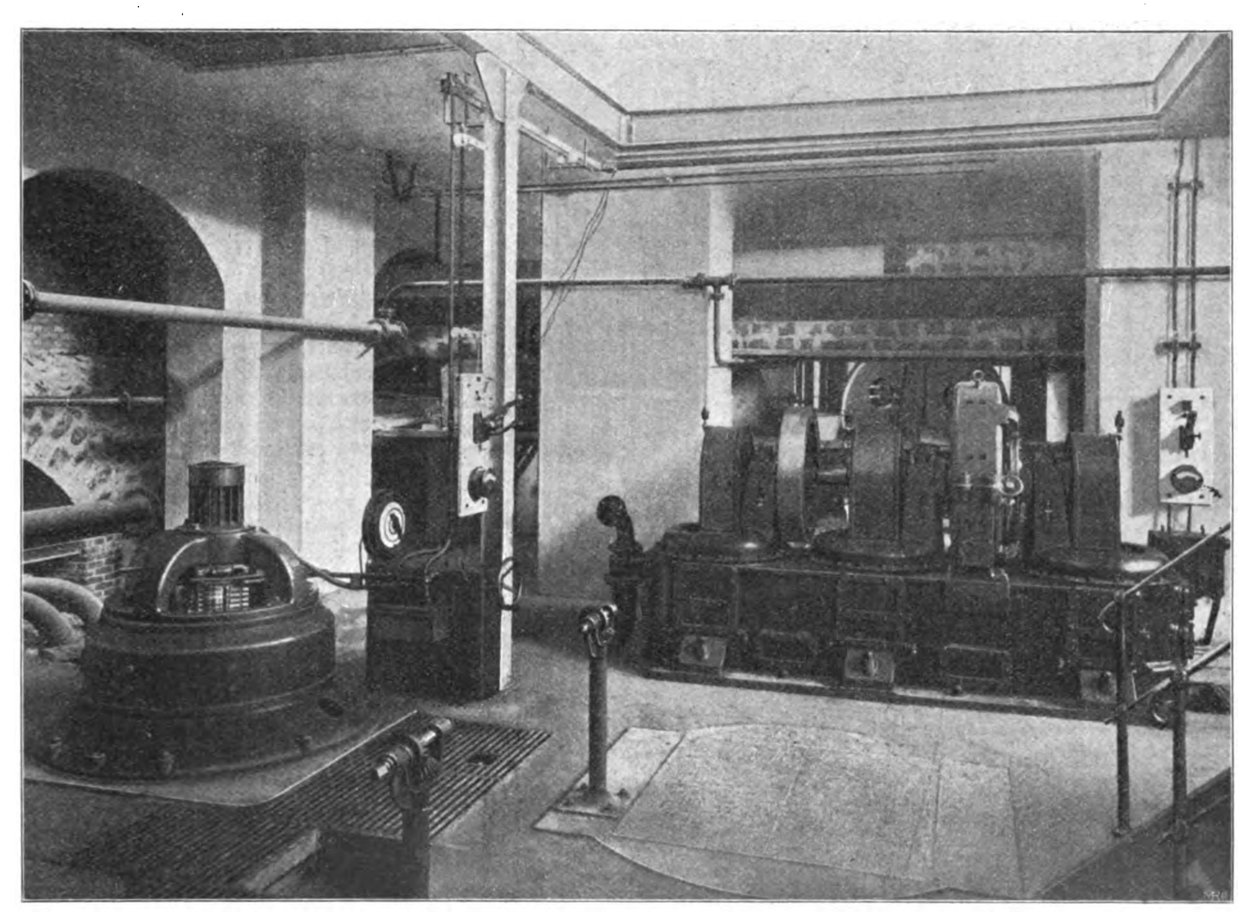


Fig. 6. — Pompe à air et pompe centrifuge de circulation pour condenseur à surface d'une turbine de 10000 chevaux. Usine de Saint-Denis de la Société d'Électricité de Paris.

il n'est pas possible d'obtenir avec la condensation à mélange un vide aussi élevé qu'avec la condensation à surface : la différence est de 3 à 4 pour 100 environ.

3° *Condenseurs à mélange à contre-courant.* — Le principe du contre-courant est de faire suivre le même parcours, mais en sens inverses, à la vapeur à condenser et à l'eau de refroidissement; il en résulte qu'aux endroits du condenseur où règne la plus basse température de vapeur se trouve également l'eau à la température la plus basse.

La vapeur d'échappement arrive dans la partie inférieure d'une chambre de condensation verticale dans laquelle l'eau de refroidissement, s'écoulant par des chicanes, tombe naturellement, tandis que la vapeur tend à s'élever; cette dernière se condense et se mélange à l'eau de refroidissement; le mélange s'amasse dans le corps du condenseur et l'on se sert d'une pompe pour l'enlever et le refouler à l'extérieur. On aspire avec une autre pompe raccordée à l'endroit le plus haut du condenseur, c'est-à-dire à l'endroit le plus froid, l'air qui a été entraîné par l'eau de refroidissement ou qui provient des défauts d'étanchéité.

Une installation de condensation par mélange à contre-courant (*fig.* 8) comprend donc deux pompes. La pompe à air est à étages; la pompe d'aspiration est centrifuge. Cette dernière doit être disposée à un niveau assez bas au-dessous de la chambre de condensation, pour pouvoir aspirer le mélange condensé de l'espace où règne le vide. En outre, pour que l'aspiration soit régulière, il est nécessaire que le niveau de l'eau dans la chambre d'aspiration soit constant; dans ce but, on intercale une conduite de réglage entre le condenseur et la conduite de refoulement de la pompe, et l'on dispose dans la chambre même de condensation

un flotteur qui, au cas où le niveau vient à baisser dans la chambre, renvoie le mélange condensé dans cette chambre jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit rétabli.

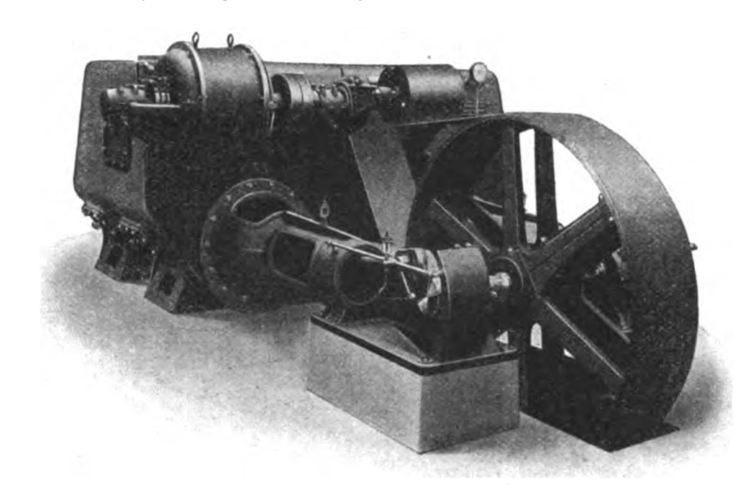


Fig. 7. — Condenseur à mélange.

4° *Condenseurs à injection Kœrting.* — La condensation à injection système Kœrting (*fig.* 9) a également donné de bons résultats dans ses applications à

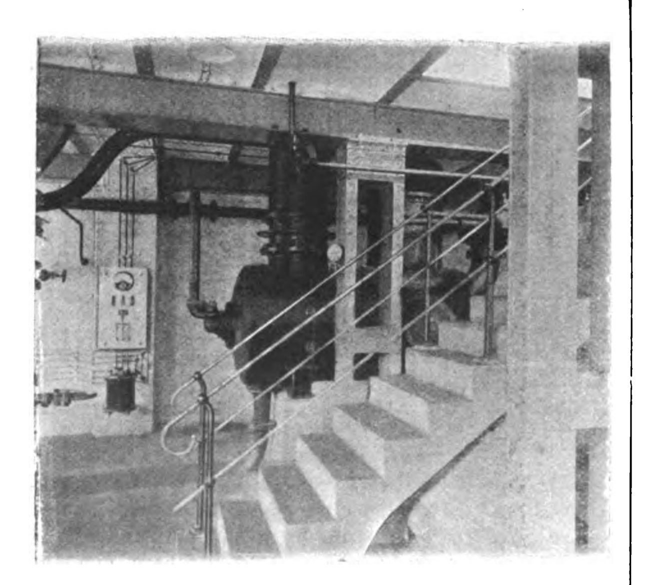


Fig. 8. — Installation de condenseur à mélange à contre-courant.

la turbine Brown, Boveri-Parsons; elle a l'avantage d'être bon marché, de n'occuper que peu de place et de n'exiger aucune surveillance; elle présente, toutefois, l'inconvénient de nécessiter des quantités d'eau de refroidissement considérables : 25 à 30 pour 100 de plus que la condensation à surface.

L'eau de refroidissement est envoyée dans le condenseur sous une pression (naturelle ou artificielle) correspondant à 6ᵐ ou 8ᵐ et traverse une série de tuyères en forme d'entonnoirs emboîtées les unes dans les autres. La vapeur d'échappement aspirée à travers ces tuyères est entraînée par l'eau, à laquelle elle se mélange en se condensant. Si les dispositions locales permettent d'obtenir une pression naturelle d'injection suffisante et si, en outre, le mélange d'eau et de vapeur condensée peut s'écouler librement, il n'y a pas besoin de pompe à eau; dans le cas contraire, il faut une pompe pour produire la pression d'injection nécessaire, et éventuellement une seconde pour reprendre dans le bassin d'écoulement le mélange condensé et le relever au niveau de l'égout.

B. TOURS DE RÉFRIGÉRATION DE L'EAU DE REFROIDISSEMENT. — Lorsque la quantité d'eau de refroidissement dont on dispose est limitée, on se trouve dans l'obligation de se servir de la même eau après l'avoir refroidie avant chaque passage dans le condenseur. Ce refroidissement s'effectue généralement en faisant tomber l'eau en gouttelettes dans des tours de hauteur plus ou moins

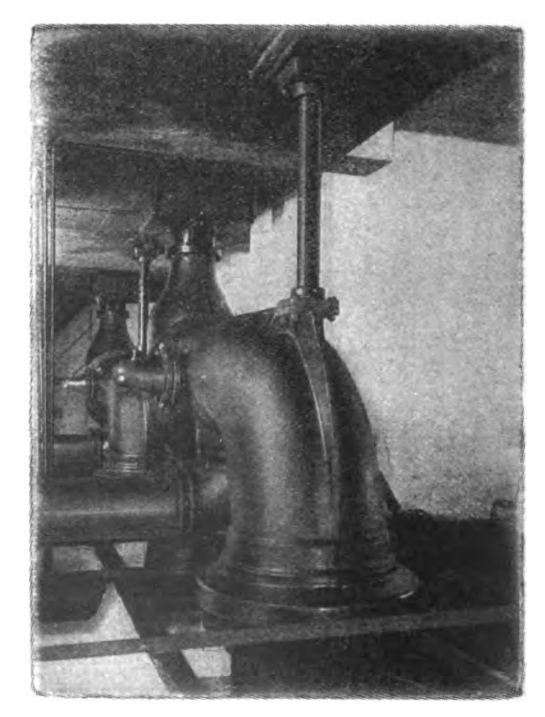


Fig. 9. — Condenseur à éjecteur Kœrting.

grande provoquant un appel d'air à travers ces gouttelettes : celles-ci s'évaporent partiellement, et, comme la chaleur nécessaire à cette évaporation est, pour la

plus grande partie, prise à l'eau elle-même, cette eau se refroidit

Le fonctionnement de ces tours de réfrigération dépend de diverses conditions dont il est utile de se rendre compte; tout d'abord montrons qu'il s'établira un régime pour lequel l'eau sortira de la tour à une température toujours la même.

Pour fixer les idées, supposons que le poids de vapeur à condenser soit de 10000^{kg} par heure et admettons d'une part que 1^{kg} de cette vapeur abandonne 600 calories en se condensant et d'autre part que le volume d'eau nécessaire à la condensation soit 40 fois le volume de l'eau condensée, soit par conséquent 40$^{m^3}$. En passant dans le condenseur, la température de cette eau s'élèvera de

$$\frac{600 \times 10\,000}{400\,000} = 15^{\circ}.$$

Admettons qu'au moment de la mise en marche de l'installation l'eau de refroidissement se trouve à la température minimum à laquelle puisse être amenée de l'eau par son évaporation dans l'atmosphère, dans les conditions où se trouve celle-ci, température qui est donnée par un thermomètre dont le réservoir est entouré d'une gaze humide; soit 16° cette température minimum que nous appellerons *température limite de refroidissement* dans les conditions atmosphériques de l'expérience.

Après son passage dans le condenseur l'eau sortira à 31°. Le passage dans la tour de réfrigération abaissera cette température, mais ne pourra la ramener à la température de 16°, qui ne pourrait être atteinte que par une évaporation pendant un temps théoriquement infini; soit donc 22° la température de l'eau à la sortie de la tour de réfrigération.

A la suite d'un second passage dans le condenseur, l'eau se trouvera à 22° + 15° = 37°. Elle arrivera donc dans la tour de réfrigération à une température plus élevée que celle qu'elle avait tout à l'heure. La force élastique maximum de sa vapeur est donc plus grande, et, comme la vitesse d'évaporation est proportionnelle à l'excès de cette force élastique sur celle de la vapeur contenue dans l'air ambiant, la quantité d'eau évaporée lors du second passage dans la tour sera plus grande que lors du premier. Par suite, la quantité de chaleur enlevée à l'eau et, partant, son refroidissement seront plus considérables. Or le refroidissement était tout à l'heure de 31° — 22° = 9°; il sera maintenant, par exemple, de 13°, de sorte que la température de l'eau se trouvera ramenée à 37° — 13° = 24°.

Un troisième passage de l'eau dans le condenseur la chauffera à 24° + 15° = 39°. Le refroidissement qu'elle éprouvera par suite d'un nouveau passage dans la tour sera plus grand qu'il n'était précédemment; admettons qu'il soit de 14°. L'eau sortira à 25° de la tour de réfrigération.

En sortant pour la quatrième fois du condenseur elle sera à 25° + 15° + 40° et elle subira par un quatrième passage dans la tour un abaissement de température supérieur à 14°. Si nous admettons que ce refroidissement est de 15°, l'eau se trouvera ramenée, comme tout à l'heure, à 25°, et à partir de ce moment le régime permanent sera atteint, puisque la tour de réfrigération enlève à l'eau exactement autant de chaleur que le condenseur lui en fournit.

Il s'établit donc nécessairement un régime permanent, caractérisé par un écart constant entre les températures de l'eau à l'entrée et à la sortie de la tour. Cet écart est absolument indépendant des qualités de la tour, puisqu'il est fixé par la quantité de chaleur que l'eau de circulation doit enlever au condenseur. Mais suivant que la tour est bonne ou mauvaise ce régime se produira plus ou moins rapidement après la mise en marche, c'est-à-dire que la température de régime à la sortie de la tour sera d'autant plus basse que la tour sera meilleure.

Pour une même tour cette température sera évidemment d'autant plus basse que la température limite de

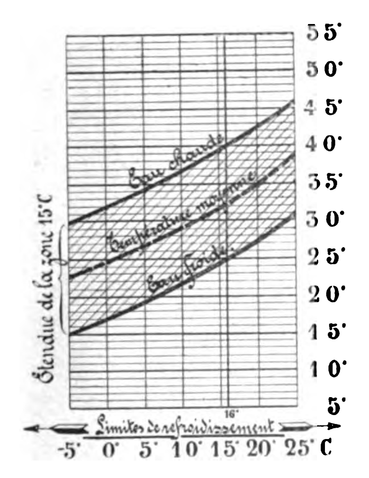


Fig. 10. — Zone de température d'une tour de réfrigération.

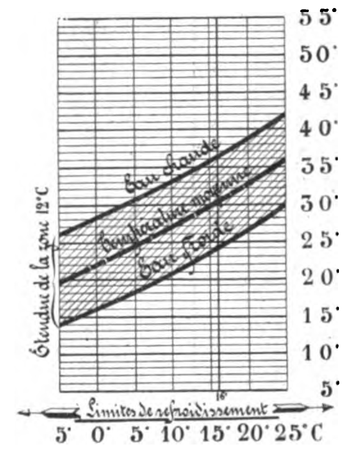


Fig. 11. — Zone pour charge plus faible et même quantité d'eau de refroidissement.

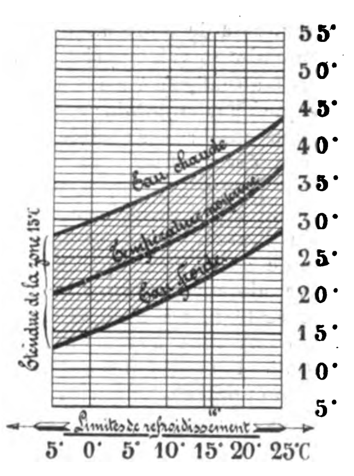


Fig. 12. — Zone pour charge et quantité d'eau plus faibles.

refroidissement est elle-même plus basse. Si l'on porte cette dernière suivant l'axe des abscisses et suivant les ordonnées les températures correspondantes de régime de l'eau à la sortie de la tour, on obtient une courbe; une autre courbe est obtenue en portant en ordonnées les températures correspondantes de régime de l'eau à l'entrée dans la tour; ces deux courbes sont parallèles pour les mêmes conditions de marche de l'installation, puisque leurs ordonnées diffèrent d'une même quantité : l'écart de régime; l'aire comprise entre ces courbes est appelée la *zone de température de la tour*. La figure 10 représente cette zone pour l'installation prise comme exemple dans ces explications.

Il est facile de voir que la position et la grandeur de cette zone dépendront des conditions de marche de l'installation. Admettons tout d'abord que, la charge de la turbine diminuant, il n'y ait plus à condenser que 8000^{kg} de vapeur par heure et qu'on emploie la même quantité d'eau de réfrigération.

Dans ces nouvelles conditions l'échauffement de l'eau par son passage dans le condenseur ne sera plus que de 12°. Par suite, la hauteur de la zone se trouve réduite à 12°. Mais, d'autre part, le régime permanent se trouvera atteint plus vite que lorsque la condensation portait sur 10000^{kg} de vapeur; en d'autres termes, la température de régime de l'eau à la sortie de la tour sera inférieure à 25°; admettons qu'elle soit de 24°. Les deux températures de régime seront dès lors 24° et 36°, et la zone de température prendra la forme et la position qu'indique la figure 11.

Si nous supposons qu'on réduise la quantité d'eau de refroidissement proportionnellement à la quantité de vapeur à condenser, c'est-à-dire que nous abaissions le débit à 320$^{m^3}$ par heure, l'échauffement de l'eau dans le condenseur sera de nouveau de 15° et la hauteur de la zone reprendra sa valeur primitive.

Il nous faut enlever à cette eau la même quantité de chaleur que dans le dernier cas examiné. Comme l'eau sort du condenseur plus chaude qu'elle n'en sortait dans ce cas, son évaporation sera plus rapide et par conséquent le régime d'équilibre s'établira plus vite. La température de régime de l'eau sortant de la tour sera donc plus basse que précédemment : elle était de 24°, elle sera de 23° par exemple. La zone de température se trouve alors représentée par la figure 12; si l'on compare cette figure avec la figure 10 on voit que la zone, en conservant la même hauteur, est abaissée notablement vers l'axe des abscisses.

La position de la zone par rapport à cet axe dépend nécessairement de la température limite de refroidissement. Or celle-ci dépend à son tour de l'état hygrométrique de l'air et de la température de celui-ci. Quand l'air est saturé d'humidité, de l'eau prise à la température de l'air ne pourra s'évaporer et, par suite, ne pourra se refroidir; la température limite de refroidissement est alors celle de l'air lui-même. Si, au contraire, l'air est parfaitement sec, l'eau, même à une température beaucoup plus basse que l'air, se vaporisera et perdra de la chaleur; mais elle en gagnera par conductibilité et rayonnement, et il s'établira un équilibre qui déterminera la température limite.

Le fonctionnement des tours de condensation est donc influencé par de nombreux facteurs et en particulier par les conditions climatériques.

PILES ET ACCUMULATEURS.

L'élément thermo-électrique « Dynaphor ».

(*Elektrochemische Zeitschrift*, t. XV, mai 1908, p. 39). — Une des plus grosses difficultés à vaincre dans les éléments thermo-électriques est d'éviter la production de résistances de passage aux soudures, qui a lieu en général avec le temps sous l'influence de la chaleur. Heil est parvenu à éviter cet inconvenient par un procédé qui repose sur ce fait que l'argent chauffé au point de fusion de l'antimoine s'unit à ce dernier. Si, par exemple, on recouvre d'argent l'extrémité du maillechort qu'on veut réunir à l'antimoine et qu'on chauffe les deux corps d'une manière appropriée, ils s'unissent très intimement.

Plus tard, Heil trouva encore un autre procédé basé sur cette observation que les métaux difficilement fusibles, comme par exemple le nickel, chauffés au rouge sombre dans la flamme réductrice, s'allient très intimement avec l'antimoine lorsqu'on les frotte avec ce métal. L'extrémité du métal ainsi préparée se soude à l'alliage d'antimoine fondu aussi bien que si elle était recouverte d'argent.

Les figures 1 et 2 représentent la pile thermo-électrique Heil en coupes longitudinale et transversale. Le corps de chauffage cylindrique est muni de nervures intérieures. Il porte les éléments et est constitué à

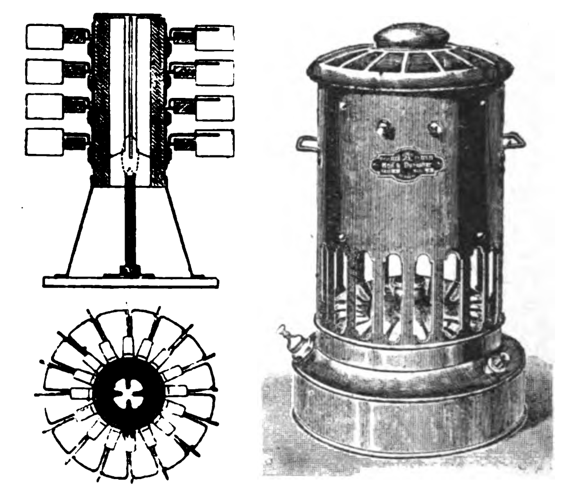


Fig. 1, 2 et 3.

l'aide d'un alliage inoxydable. Les éléments thermo-électriques sont isolés du corps de chauffage par du mica qui n'offre aucune conductibilité aux températures de 350° à 400° C. La disposition favorable des éléments et le choix des alliages actifs rendent possible l'emploi d'une température relativement très basse (300° à 380° C.); ceci est important pour la bonne conservation de la pile.

Les deux alliages employés sont, d'une part, l'alliage

d'antimoine et de zinc, et d'autre part, un alliage de 60 parties de cuivre pour 40 parties de nickel (constantan).

Les blocs sont en alliage d'antimoine; ils sont chauffés d'un côté par des pièces en cuivre et refroidis de l'autre côté par d'autres pièces de cuivre, de sorte qu'entre les deux extrémités des blocs existe une différence de température d'environ 250° C. Le constantan est employé en bandes.

La force électromotrice d'un élément est d'environ 70 millivolts. Pour une pile donnant en court-circuit une intensité de 4 ampères, la tension d'un couple baisse à 40 millivolts pour une intensité de 2 ampères.

Les essais effectués sur un couple unique, de façon à éviter le rayonnement produit par les éléments voisins, ont montré qu'en chauffant la soudure chaude à 380° C., on peut obtenir une force électromotrice de 130 millivolts par couple.

L'activité des éléments dépend non seulement de la composition de l'alliage du bloc, mais encore de son état moléculaire pendant la préparation,

La pile thermo-électrique Heil peut être employée pour la charge des accumulateurs, la galvanoplastie, l'électrolyse, dans les laboratoires.

Le Tableau suivant indique les constantes et les consommations de combustibles (gaz, alcool, pétrole) :

TYPE.	PUISSANCE en watts.	TENSION en volts.	INTENSITÉ en ampères.	FORCE électromotrice en volts.	DIMENSIONS approximatives en centimètres. Diamètre.	Hauteur.	CONSOMMATION.	POIDS de la pile en kilogrammes.
Pile thermo-électrique fonctionnant au gaz.								
G. III	3	3	1	6	21	38	90 (¹)	3,7
G. III	3	1,5	2	3	21	38	90	3,7
G. VI	6	6	1	12	23	48	160	5,8
G. VI	6	3	2	6	23	48	160	5,8
G. XII	12	6	2	12	28	55	330	11,7
G. XII	12	3	4	6	28	55	330	11,7
G. XII	12	2	6	4	28	55	330	11,7
G. XX	20	10	2	20	34	63	580	21
G. XX	20	5	4	10	34	63	580	21
G. XX	20	2,5	8	5	34	63	580	21
Pile thermo-électrique fonctionnant à l'alcool.								
S. III	3	3	1	6	21	38	0,14 (²)	3,5
S. III	3	1,5	2	3	21	38	0,14	3,5
S. VI	6	6	1	12	23	45	0,24	5,8
S. VI	6	3	2	6	23	45	0,24	5,8
S. XII	12	6	2	12	28	51	0,46	11
S. XII	12	3	4	6	28	51	0,46	11
S. XII	12	2	6	4	28	51	0,46	11
Pile thermo-électrique fonctionnant au pétrole.								
P. XII	12	6	2	12	28	59	0,25 (³)	13
P. XII	12	3	4	6	28	59	0,25	13
P. XII	12	2	6	4	28	59	0,25	13
P. XX	20	10	2	20	34	70	0,45	24
P. XX	20	5	4	10	34	70	0,45	24
P. XX	20	2,5	8	5	34	70	0,45	24

(¹) En litres de gaz par heure. (²) En litres d'alcool par heure. (³) En litres de pétrole par heure.

Les chiffres sont relatifs à une pression de gaz de 30mm d'eau. Pour des pressions supérieures, il est nécessaire de faire usage d'un régulateur de pression pour éviter d'endommager la pile par surchauffage.

Il est nécessaire ici d'employer de l'alcool à 95 pour 100.

On se sert du pétrole ordinaire d'éclairage. La contenance du bassin est telle que la pile peut fonctionner 10 heures sans arrêt.

La figure 3 représente une pile thermo-électrique Heil de ce type. L. J.

Influence de la température sur la capacité de l'accumulateur au plomb, par OTTO HILDEBRAND (*Elektrochemische Zeitschrift*, t. XV, septembre 1908, p. 119). — L'auteur a entrepris quelques expériences afin de déterminer la loi de variation de la capacité des accumulateurs en fonction de la température. Ses essais ont porté sur deux types d'éléments : 1° des plaques 180mm × 165mm de l'Accumulatoren-Fabrik A. G., positive à grande surface de 7mm,5 d'épaisseur et négatives empâtées de 6mm d'épaisseur; 2° des plaques 180mm × 155mm



de Kölner Accumulatoren-Werke (système Gottfried Hagen), positive et négatives empâtées, de 6^{mm} d'épaisseur, la positive étant du modèle 1900 et les négatives du modèle 1893.

Ces plaques étaient découpées aux dimensions $100^{mm} \times 75^{mm}$ et servaient au montage de deux petits éléments : A (plaques de l'Accumulatoren-Fabrik A. G.) et B (plaques G. Hagen); chaque élément, monté dans un bac en verre, comportant une positive et deux négatives.

Les 35 premières charges et décharges étaient effectuées à la température ambiante. Pour les essais 36-91, la température était réglée à 15° C., l'acide avait un poids spécifique de 1,18 et la densité de courant était de 1 ampère par décimètre carré. La moyenne des derniers essais indiquait une capacité de 183 ampères-minute pour A et de 222 ampères-minute pour B. Les essais suivants 92-108 étaient effectués à 40° C. Aux dernières décharges, la capacité moyenne atteignait respectivement 214 (A) et 239 (B) ampères-minute, représentant une augmentation de 31 (A) et 17 (B) ampères-minute sur les capacités à 15° C. Un essai entrepris à la température de 50° C. dans les mêmes autres conditions donnait comme capacité 220 ampères-minute pour A et 286 ampères-minute pour B, soit une augmentation de 37 (A) et 64 (B) ampères-minute sur les capacités à 15° C. [1].

D'autres essais furent faits successivement à 15° C., 50° C. et 15° C. en employant une densité de courant plus élevée (1,75 ampère par décimètre carré). Ils donnèrent les résultats ci-dessous [2] :

	Température.			
	15° C.	50° C.	15° C.	
Charge de A......	80	141	80	amp.-min.
Décharge de A....	72	105	72	»
Charge de B......	96	178	81	»
Décharge de B....	88	130	76	»

Pour déterminer l'influence de la concentration de l'acide, des essais à 1 ampère par décimètre carré furent encore entrepris avec les deux concentrations d'acide correspondant aux poids spécifiques 1,100 et 1,250 (à 15° C.).

Avec l'acide de poids spécifique 1,100, on obtenait à 15° C. 158 ampères-minute (A) et 141 ampères-minute (B), et à 50° C. 211 ampères-minute (A) et 226 ampères-minute (B) [1].

Les mêmes essais effectués avec un acide de poids spécifique 1,25 donnaient à 15° C. une capacité de 180 ampères-minute (A) et de 233 ampères-minute (B). A la température de 50° C., les capacités montaient à 236 ampères-minute (A) et à 333 ampères-minute (B) [2].

De tous ces essais, l'auteur conclut qu'il est impossible de formuler une loi générale de la variation de capacité en fonction de la température, à cause de la construction extrêmement variée des accumulateurs modernes, de la différence de structure des matières actives, des différentes conditions des essais (concentration de l'acide, densité de courant). Pour un type déterminé d'élément, la recherche d'une telle loi présente de très grosses difficultés et demande un temps très long.

D'une façon générale, O. Hildebrand admet les résultats suivants :

La variation de capacité de l'accumulateur au plomb en fonction de la température dépend beaucoup du type d'accumulateur, ainsi que de la vieillesse et des états antérieurs de celui-ci. Elle est dépendante également de la température, la variation étant plus grande aux températures basses et plus faible aux températures élevées. La capacité des plaques à grande surface est moins influencée par la température que celle des plaques empâtées. Les plaques à grande surface sont plus sensibles aux régimes variables que les plaques empâtées. Une élévation permanente de la température des accumulateurs diminue leur capacité et leur durée. Elle ne doit, par conséquent, avoir lieu qu'exceptionnellement, et, dans ce cas, il faut compter, par rapport à la capacité à 15° C., une augmentation de capacité d'au moins 1 pour 100 par degré centigrade au-dessus de cette température. Les garanties de capacité doivent, pour ces raisons, être rapportées à la température de 15° C.

T. P.

---

(1) On déduit de ces chiffres les coefficients de température suivants, d'après la formule $Q_t = Q_{15}[1 + \alpha(t - 15)]$:

$$\alpha = 0,0068 \text{ (A)} \quad \text{et} \quad \alpha = 0,00304 \text{ (B)},$$

d'après les essais à 40° C., et

$$\alpha = 0,00577 \text{ (A)} \quad \text{et} \quad \alpha = 0,00823 \text{ (B)},$$

d'après l'essai à 50° C.

(2) Des deux premiers essais à 15° et à 50° C., on déduit pour les coefficients de température

$$\alpha = 0,01115 \text{ (A)} \quad \text{et} \quad \alpha = 0,01365 \text{ (B)}.$$

(1) Les coefficients de température résultant de ces nombres sont

$$\alpha = 0,0096 \text{ (A)} \quad \text{et} \quad \alpha = 0,0172 \text{ (B)}.$$

(2) On déduit de ces chiffres les coefficients de température

$$\alpha = 0,00889 \text{ (A)} \quad \text{et} \quad \alpha = 0,01227 \text{ (B)}.$$

TRACTION ET LOCOMOTION.

ACCÉLÉRATION DES TRAINS.

La définition et la mesure industrielles de l'accélération des trains (Communication faite au Congrès international des Applications de l'Électricité de Marseille, par C.-O. MAILLOUX, E. E. M. S., ingénieur électricien). — Il y a 20 ans, ce n'était que bien rarement que les phénomènes de l'accélération occupaient l'attention des électriciens ou des industriels. L'accélération n'était pas encore, pour ainsi dire, sortie des livres, des laboratoires du physicien, des cabinets d'étude du technicien ou de l'ingénieur. Si nous avions, bien rarement, à y faire allusion, nous allions nous renseigner préalablement chez ces messieurs. Ce qui a fait sortir l'accélération de l'école, du livre ou du laboratoire, c'est, premièrement et principalement, la traction électrique, par son développement tout à fait extraordinaire durant les 15 ou 20 dernières années, et, deuxièmement, l'automobilisme, par son extension tout aussi remarquable durant les 10 dernières années. Ces deux choses sont la cause que nous avons, aujourd'hui, à parler d'accélération aussi souvent, et avec autant d'intérêt que de kilogrammètres, watts-heures, watts, ampères, volts, ohms, etc., dans les discussions et surtout dans l'analyse des phénomènes et des incidents de transport rapide par trains ou véhicules. L'accélération entre maintenant en ligne un peu partout, dans tous les problèmes, études, expériences, etc., de transport. Il semble donc que le moment soit venu pour s'entendre et s'accorder sur la meilleure manière de la définir, de la mesurer et de la faire entrer dans nos calculs et nos discussions. C'est dans ce but que l'auteur de la Note présente s'est permis de faire constater une divergence dans la manière de voir et de faire qui existe, sous ce rapport, entre l'Europe et l'Amérique, et de faire l'enquête du « déraillement sur la voie théorique » auquel cette divergence a été attribuée.

En Europe, la définition acceptée généralement est la définition de grande tenue classique ou académique qui en fait un apanage du système C. G. S. L'accélération d'un train est définie et mesurée en termes de *mètres par seconde par seconde,* sur le continent, et de *pieds par seconde par seconde* en Angleterre.

En Amérique, l'accélération d'un train est définie et mesurée en *milles à l'heure par seconde,* dont l'analogue pour le système métrique serait des *kilomètres à l'heure par seconde.* Cette méthode a la prétention d'être plus rationnelle et plus pratique que la méthode européenne, parce que : 1° elle se raccorde beaucoup plus directement et facilement aux besoins et aux buts pratiques, et 2° elle évite un procédé de traduction absolument inutile et plus ou moins embrouillant et fatiguant, surtout pour ceux qui, comme la plupart des gens du « métier » de la traction ou de la propulsion par moteurs, les wattmans, les chauffeurs, etc., n'ont pas eu le bonheur ou l'avantage de faire des études polytechniques, voire même de lycée.

On a reproché à la méthode de définition et de mesure américaine de l'accélération des trains de n'être pas logique et rigoureuse. C'est ce point surtout que l'auteur veut aborder dans le but de démontrer que cette méthode, qui est aujourd'hui en usage universel en Amérique, bien loin d'être moins logique et rationnelle, l'est encore plus peut-être que la méthode européenne, c'est-à-dire que la méthode classique ou académique, en même temps qu'elle est incontestablement plus pratique et plus commode.

Nous n'avons pas la prétention d'imposer arbitrairement cette méthode à personne. Nous n'insisterons pas du tout pour qu'on l'accepte et qu'on la substitue bon gré mal gré à aucune autre. Nous tenons seulement à faire voir à ceux qui ont méprisé cette méthode qu'elle est à l'abri et à l'épreuve de toutes critiques et que, sous tous rapports, elle vaut bien n'importe quelle autre, y compris la leur. Nous sommes d'ailleurs persuadés qu'il suffit de bien *connaître* cette méthode pour la *reconnaître* comme supérieure et préférable à toute autre. C'est, nous croyons, tout ce qu'il faut pour qu'elle soit bien vite universellement acceptée et adoptée. L'auteur a pu constater, maintes fois, en discutant cette question avec des Européens de haute compétence, qu'il suffit de leur faire faire un petit peu d'examen de conscience technique pour qu'ils reconnaissent et avouent les fautes et les inconvénients de la méthode européenne. En effet, un petit peu de réflexion suffit bien pour mettre en évidence le fait que la méthode européenne force l'esprit à « changer de train » continuellement. Chaque fois qu'il s'agit d'établir par cette méthode une relation entre l'accélération et la vitesse d'un train, il faut que l'esprit traverse une frontière.

Cela devient toujours un cas où « tout le monde descend » et doit passer à la douane ou plutôt au bureau de change, avant de continuer le chemin. D'autre part, avec la méthode américaine, on passe et l'on repasse entre la vitesse et l'accélération, ou de l'une à l'autre, sans le moindre effort. Il n'y a pas de gymnastique mentale à faire pour descendre d'un train qui fait des kilomètres à l'heure, que tout le monde comprend, pour rembarquer, au vol, dans un autre train qui fait des centimètres ou des mètres par seconde, que presque personne ne comprend, à part quelques initiés et adeptes qui ont enfin réussi à faire « la traduction » sans perdre trop de temps. Avec la méthode américaine, la vitesse *gagnée* durant une période d'accélération ou la vitesse *perdue* durant une période de retardation (accélération négative) est toujours du même *ordre* et est toujours mesurée de la même façon que la vitesse définitive qu'on veut atteindre ou amortir. L'accélération jusqu'à une vitesse de *tant* de milles ou de kilomètres à l'heure s'opère à raison de *tant* de milles

à l'heure ou de kilomètres à l'heure *par seconde*. Et tout le monde comprend sans aucune difficulté ce que cela veut dire. Cela est certainement un avantage. C'est pratique, et c'est commode. Est-ce, cependant, aussi logique? « C'est ce qu'il faut démontrer » pour les Européens.

. . .

Commençons par établir les limites de la discussion. Les seuls phénomènes que nous aurons à examiner sont des déplacements, des vitesses et des changements de vitesse. Il ne s'agit donc que de relations entre l'*espace* et le *temps*, lesquelles peuvent être étudiées et précisées sans avoir à s'occuper des *forces* mises en jeu ou des corps (*masses*) sur lesquels ces forces agissent pour les mettre en mouvement ou les déplacer. Or, les masses déplacées et les forces déplaçantes pouvant être *quelconques*, sans influencer les relations analytiques qui nous intéressent, il est évident que la question qui nous occupe restera sur le terrain de la cinématique, et que la dynamique n'y prendra aucune part.

En examinant la question de plus près encore, on trouve bien vite que les relations cinématiques nécessaires et suffisantes pour notre discussion sont les trois fonctions suivantes du temps :

1° La fonction *distance* (*fig.* 1);
2° La fonction *vitesse* (*fig.* 2);
3° La fonction *accélération* (*fig.* 3).

La cinématique nous apprend que ces trois fonctions sont liées entre elles d'une façon caractéristique. En effet, la fonction *vitesse* est la fonction *différentielle* de la fonction *distance* et elle est aussi la fonction *intégrale* de la fonction *accélération*. La fonction *accélération* est la fonction différentielle *première* de la fonction *vitesse* et la fonction différentielle *deuxième* de la *distance*. La fonction *distance* est la fonction première intégrale de la fonction *vitesse* et elle est la fonction deuxième intégrale de la fonction *accélération*.

Il est donc bien possible que les relations analytiques que nous venons de signaler puissent s'exprimer ou se formuler avec n'importe quel système d'unités de mesure du temps, de la distance, de la vitesse, et de l'accélération, c'est-à-dire des quatre seules quantités qu'il faut et qu'il suffit de considérer dans cette discussion. Il ne faut pas en conclure, cependant, qu'il n'y ait pas de choix à faire des unités à employer. Au contraire, on reconnaît bien vite qu'il y a de la différence. Si l'on fait un choix rationnel et logique des unités, la relation entre les ordonnées de l'une quelconque des trois fonctions en question, et des deux autres, s'établira facilement et naturellement, sans l'intervention d'aucun coefficient ou d'aucune constante. Si, au contraire, nous choisissons l'une des trois unités arbitrairement, sans considérer les deux autres, il en résultera que la relation ne sera plus si simple et qu'il faudra faire entrer des constantes, c'est-à-dire *faire des transformations d'ordonnées,* chaque fois qu'on voudra passer à une des autres fonctions, ou bien en revenir à celles-ci.

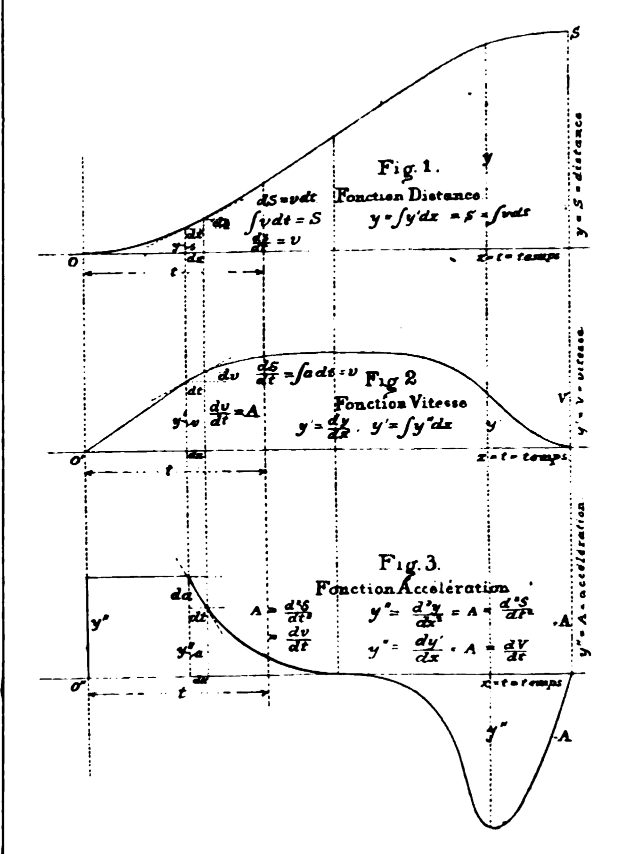
On trouve un exemple d'un choix rationnel d'unités en Physique et en Mécanique, à condition cependant qu'on s'en serve de la même manière qu'on s'en sert en Physique et en Mécanique.

Les unités généralement employées en Physique et en Mécanique sont :

Pour le *temps* (t), la *seconde;*

Pour la *distance* (S), le centimètre, le mètre, le pied.

Cherchons maintenant les unités logiques correspondantes de *vitesse* et d'*accélération.*



Prenons, pour la courbe de la fonction *distance* (*fig.* 1),

$$x = t = \text{secondes},$$

et

(*a*) $$y = \text{S} = \text{centimètres},$$

ou bien

(*b*) $$y = \text{S} = \text{mètres},$$

ou bien

(*c*) $$y = \text{S} = \text{pieds}.$$

Construisons, ensuite, la courbe de la fonction différentielle première correspondante (*fig.* 2). Nous aurons, en général,

$$y' = \frac{d\text{S}}{dt} = \text{V} = \text{vitesse}.$$

L'unité *naturelle* de cette vitesse sera différente suivant l'unité que nous aurons employée pour la fonction

dont elle a été dérivée, c'est-à-dire suivant l'unité de *distance* employée pour la courbe de la fonction *distance* (*fig.* 1). Nous aurons donc, soit

$$(a')\quad V = \frac{\text{centimètres}}{\text{secondes}} = \text{centimètres par seconde,}$$

ou bien

$$(b')\quad V = \frac{\text{mètres}}{\text{secondes}} = \text{mètres par seconde,}$$

ou bien

$$(c')\quad V = \frac{\text{pieds}}{\text{secondes}} = \text{pieds par seconde.}$$

Ce sont précisément les unités de vitesse employées en Physique et en Mécanique.

Construisons maintenant la courbe de la fonction différentielle *deuxième* de la fonction *distance*, ou bien, encore, la courbe de la fonction différentielle *première* de la fonction *vitesse*. Nous aurons, dans les deux cas, la fonction accélération, c'est-à-dire

$$(\text{A})\qquad y' = \frac{d}{dt}\left(\frac{dS}{dt}\right) = \frac{d^2S}{dt^2} = \text{A} = \text{accélération}$$

dans le premier cas, et

$$(\text{B})\qquad y' = \frac{d}{dt}(dv) = \frac{dv}{dt} = \text{A} = \text{accélération}$$

dans le second cas.

Il faut donc reconnaître qu'il y a deux définitions possibles de l'accélération. Beaucoup de personnes cependant, surtout dans le monde de « l'école », sont bien sous l'impression qu'il n'y en a qu'une seule. C'est le point capital de notre discussion. D'après la formule (A), il faut bien définir l'accélération en termes d'un rapport qui représente et qui exprime la *deuxième* dérivee de la *distance*. D'après la formule (B), il faut bien définir l'accélération en termes d'un rapport qui représente et qui exprime la *première* dérivée de la *vitesse*.

La première sera ce qu'on a toujours pris pour la définition « classique ». C'est une définition indirecte. La seconde sera la définition « pratique ». C'est la définition directe; disons tout de suite la définition naturelle et logique.

L'unité d'accélération qui sera « naturelle » pour chaque définition dépendra des unités employées pour la fonction de laquelle cette accélération a été dérivée. Les deux modes de dérivation symbolisés par les équations (A) et (B) peuvent bien conduire au même résultat et aux mêmes unités, mais, évidemment, il y aura des conditions à remplir. Il faut que l'unité de distance (S) et surtout l'unité de temps (t) soient les mêmes dans les deux cas. Pourtant rien n'empêche, comme nous le verrons dans la suite, qu'on change l'unité de temps si l'on veut le faire pour des raisons quelconques. En conservant les mêmes unités de distance et de temps, dans les deux cas, comme on a fait en Physique et en Mécanique, les deux formules (A) et (B) nous donneront le même résultat. Nous aurons

$$(a'')\quad \text{A} = \frac{\text{centimètres par seconde}}{\text{secondes}} = \text{centimètres par seconde par seconde,}$$

$$(b'')\quad \text{A} = \frac{\text{mètres par seconde}}{\text{secondes}} = \text{mètres par seconde par seconde,}$$

$$(c'')\quad \text{A} = \frac{\text{pieds par seconde}}{\text{secondes}} = \text{pieds par seconde par seconde.}$$

Ces unités sont bien, précisément, les unités d'accélération employées en Physique et en Mécanique. Examinons maintenant la « spécification » de ces unités qui nous est donnée par l'expression à droite. Il faudra bien reconnaître que cette expression correspond bien plus directement et plus naturellement à la seconde formule (B) qu'à la première (A). En vérité, c'est bien un changement de *vitesse* plutôt qu'un changement de *distance* qui nous vient à l'esprit avec l'idée de l'accélération. Il faut même que l'esprit fasse un détour, une « traduction », pour y voir bien sûrement la *distance*. D'ailleurs, comme tout le monde le sait, ce qui nous intéresse, c'est l'influence exercée et l'effet produit sur la *vitesse* et non sur la *distance*, par l'accélération.

C'est donc, en réalité, la seconde formule (B), c'est-à-dire la dérivée première de la fonction *vitesse*, qui fournit la définition « naturelle » de l'accélération. C'est bien celle que nous spécifions quand nous parlons de mètres par seconde par seconde, ou de pieds par seconde par seconde.

Pour spécifier l'autre définition il faudrait plutôt écrire, comme on le fait quelquefois,

$$\text{A} = \frac{\text{mètres}}{\text{secondes} \times \text{secondes}} = \frac{\text{mètres}}{(\text{secondes})^2}.$$

Pour se rendre compte de ce que cela veut dire, il faut toujours faire une transformation, une traduction, et revenir, disons plutôt *arriver*, à la spécification naturelle.

Il s'ensuit de ce qui précède que le mètre par seconde par seconde ne sera l'unité naturelle et logique de l'accélération qu'à la condition que les vitesses qui varient soient mesurées en *mètres par seconde*. Le pied par seconde par seconde ne sera l'unité naturelle et logique que lorsque des vitesses seront mesurées en *pieds par seconde*. Pour les cas où les vitesses sont mesurées autrement, ces unités ne seront plus appropriées. Il faudra toujours les traduire pour les comprendre.

Si la technologie des chemins de fer avait adopté, dès le début, les mêmes unités de temps, de distance et de vitesse qui sont employées en Physique et en Mécanique, les unités d'accélération de trains employées en Europe seraient tout à fait naturelles et logiques. Il n'en fut pas ainsi, cependant, et pour les meilleures raisons : ces unités étaient arrivées trop tard et d'ailleurs n'étaient pas convenables. L'industrie du transport avait été obligée d'établir et d'adopter des unités pratiques de distance, de temps, de vitesse, même long-

temps avant l'existence des systèmes d'unités C. G. S. et des unités de la Physique et de la Mécanique, et, surtout, bien longtemps avant qu'on s'occupât pratiquement de questions et de problèmes concernant et comprenant l'accélération. Quand le moment arriva où l'on eut à mesurer de l'accélération de trains de chemins de fer ou de voitures de tramways, on s'y est pris de deux manières.

En Europe, les praticiens allèrent chez les polytechniciens emprunter une mesure déjà toute faite, pensant alors (et le croyant encore d'ailleurs) que cette mesure, étant la plus directe et la plus commode en Physique, devait bien sûrement l'être également pour mesurer l'accélération des véhicules. Ce qui est étrange, c'est que ni les hommes de la pratique, ni les hommes de la science ne s'aperçurent que cette mesure, faite exprès et si pratique pour mesurer les variations de vitesse quand ces vitesses sont exprimées par mètres par seconde, ne convenait pas du tout pour mesurer des variations de vitesses exprimées en kilomètres à l'heure.

En Amérique, on reconnut, dès le début, que la mesure des variations d'une vitesse devait être faite de manière à n'introduire qu'une seule unité de vitesse. On chercha la méthode la plus pratique et la plus commode. On la trouva sans difficulté, par le même procédé précisément que le physicien avait employé pour trouver les mesures les plus rationnelles et plus commodes pour lui.

Partons, comme l'a fait le physicien, des unités de distance et de temps que nous voulons utiliser. L'unité de distance (S), pour un transport sur une voie ferrée, c'est le *kilomètre* pour les pays « métriques », et le *mille* pour l'Amérique et l'Angleterre. L'unité de temps de durée d'un transport est la même pour tous les pays; c'est *l'heure* et ses subdivisions en *minutes*. L'unité de vitesse d'un transport est le *kilomètre à l'heure* pour les pays métriques, et le *mille à l'heure* pour l'Amérique et l'Angleterre. Ces unités de vitesse sont « naturelles » et logiques, ici, pour la même raison que les unités de vitesse du physicien le sont pour lui, c'est-à-dire qu'elles résultent directement de la relation cinématique fondamentale entre la fonction distance (*fig.* 1) et la fonction vitesse (*fig.* 2).

En effet, cette unité est bien celle du rapport entre la distance parcourue et le temps écoulé durant le trajet, soit

$$V = \frac{dS}{dt} = \frac{\text{kilomètres parcourus}}{\text{heures de durée du trajet}} = \text{kilomètres à l'heure},$$

ou bien

$$V = \frac{dS}{dt} = \frac{\text{milles parcourus}}{\text{heures écoulées durant le trajet}} = \text{milles à l'heure}.$$

Il est bien vrai que ces unités servent principalement à mesurer des vitesses moyennes; mais elles peuvent aussi bien servir à mesurer des vitesses instantanées ou des *vélocités*. C'est là un point sur lequel il vaut la peine d'insister en passant. Supposons (*fig.* 4) que la courbe O′O*a*AB soit la fonction distance qui représente le déplacement d'un train entre deux points séparés l'un de l'autre de la distance S = B′C′, le temps écoulé durant le parcours étant égal à O′C′.

La vitesse instantanée (v) au point A sera égale à la dérivée

$$\frac{ds}{dt} = v.$$

Fig. 4

Or, bien que l'élément de temps dt soit infiniment petit, on n'est pas obligé de le mesurer ou de l'exprimer en secondes ou en fractions de seconde; on peut aussi bien le mesurer en fractions d'heure ou de n'importe quelle autre unité de temps. Cela devient évident si nous agrandissons le triangle différentiel (A, dt, ds) jusqu'à OCB, de sorte que nous ayons $\Delta T = 1$ heure. Puisque les deux triangles sont semblables, nous aurons toujours

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\Delta S}{\Delta T} = v.$$

Si maintenant nous mettons

$$S = \text{kilomètres},$$
$$T = \text{heures},$$
$$s = \text{mètres},$$
$$t = \text{secondes},$$

nous aurons deux expressions pour la même vitesse instantanée V, l'une en termes de *mètres par seconde*, l'autre en termes de *kilomètres à l'heure*.

Cherchons maintenant une unité d'accélération convenable :

L'accélération, on le sait, représente des variations de vitesse qui se produisent en si peu de temps, que, pour pouvoir les détailler, il faut une unité de temps bien petite. Il s'agit ici de noter et de rapporter des variations instantanées. Pour cela il faut examiner le phénomène à des moments très rapprochés les uns des autres. A cette fin, subdivisons notre unité de temps de transport, l'heure, en secondes, et prenons la seconde au lieu de l'heure comme unité subsidiaire ou accessoire. C'est comme si, pour la courbe de la fonction vitesse (*fig.* 2), nous mettions deux échelles d'abscisses, l'une divisée en heures et l'autre divisée en secondes. Puisque l'heure se compose de 3600 secondes, l'unité subsidiaire, la seconde, sera égale à la $\frac{1}{3600}$ partie de l'unité horaire.

Nous pourrions bien, si nous voulions, mettre encore d'autres échelles de temps; nous pourrions, par exemple, subdiviser l'heure en dixièmes, centièmes, millièmes, millionièmes, etc.; et nous pourrions prendre n'importe

laquelle de ces subdivisions comme valeur unitaire. L'échelle des abscisses peut, en somme, être quelconque.

Maintenant, nous savons que, si nous voulons avoir la fonction différentielle de cette fonction (ou, en général, d'une fonction différentiable quelconque), nous pouvons l'obtenir en la différentiant par rapport à la variable indépendante (x), mesurée par n'importe quelle échelle. En effet, dans le cas qui nous occupe, pour n'importe quelle valeur unitaire de t, nous aurons toujours, d'après la formule (B) déjà trouvée,

$$(C) \qquad y'' = \frac{d}{dt}(dV) = \frac{dV}{dt} = A.$$

Cette formule nous donnera bien autant de valeurs, pour la dérivée A, qu'il y aura de valeurs unitaires de t; mais ces valeurs de A auront entre elles des rapports déterminés et définis qui dépendront seulement des rapports existant entre les valeurs unitaires de t. Les valeurs de A ne différeront donc que par un coefficient constant. Cela veut dire que la même courbe (*fig.* 3) pourra les représenter *toutes* parfaitement, à condition que l'échelle des *ordonnées* soit différente, et soit convenablement établie pour chacune des fonctions différentielles distinctes.

On peut donc toujours arriver au même but définitif par plusieurs chemins. Il peut cependant y avoir certaines routes qui sont préférables aux autres.

De toutes les fonctions différentielles obtenues par la formule (C) ci-dessus, nous allons choisir celle où la valeur unitaire de t est la *seconde*. Cette fonction sera une de celles représentées par la courbe de la figure 3. Elle représente donc l'accélération correspondante à la fonction vitesse de la courbe de la figure 2. Cependant, pour que nous puissions lire et comprendre la valeur de l'accélération représentée par cette fonction, il nous faut une échelle d'ordonnées; il faut, en un mot, que nous établissions une unité d'accélération. Cherchons la plus commode.

Nos vitesses de transport (V) étant mesurées en kilomètres à l'heure ou en milles à l'heure (suivant le système d'unités employé), la variation des vitesses dV, produite durant l'intervalle de temps dt, sera égale à un certain nombre de kilomètres à l'heure ou de milles à l'heure. Nous avons pris la seconde comme unité de temps; nous aurons donc le rapport de deux variations, l'une étant celle d'une vitesse mesurée en kilomètres à l'heure ou en milles à l'heure, l'autre étant celle d'un temps mesuré en secondes, soit

$$A = \frac{dV}{dt} = \frac{\text{kilomètres à l'heure}}{\text{secondes}}$$
$$= \text{kilomètres à l'heure par seconde},$$

ou bien

$$A = \frac{dV}{dt} = \frac{\text{milles à l'heure}}{\text{secondes}}$$
$$= \text{milles à l'heure par seconde}.$$

L'expression à droite définit pour chaque cas l'unité « naturelle » d'accélération pour mesurer des variations de vitesse quand ces vitesses sont elles-mêmes mesurées en kilomètres à l'heure ou bien en milles à l'heure. Au moyen de cette unité, nous pouvons maintenant établir l'échelle d'ordonnées qu'il nous fallait pour lire et comprendre la valeur de la fonction obtenue par la formule (C).

On voit qu'en définissant et en mesurant l'accélération de la manière qui vient d'être indiquée, les vitesses sont mesurées et exprimées précisément de la même manière tout le temps, c'est-à-dire *avant, durant* et *après* l'accélération. Il n'y a qu'une seule unité de vitesse. Si, par exemple, cette unité est le kilomètre à l'heure, ce sera des kilomètres à l'heure de vitesse que le véhicule gagnera ou perdra pendant la période d'accélération et non des mètres par seconde. Il n'y a pas de traduction à faire, pas de coefficient à introduire, à aucun moment.

Étant donnée la valeur de l'accélération A, pendant un intervalle de temps Δt quelconque, l'équation (C) nous montre qu'on peut directement et facilement trouver l'accroissement de vitesse correspondant ΔV. Nous aurons toujours

$$\Delta V = A\,\Delta t.$$

Au bout d'une série d'intervalles $\Sigma\,\Delta t$, c'est-à-dire à la fin d'une période de temps, nous aurons

$$\Sigma\,\Delta V = \Sigma\,A\,\Delta t,$$

ou, en général, nous aurons, dans l'intervalle t,

$$V = \int_0^t dV = \int_0^t A\,dt.$$

Supposons, par exemple, que l'accélération A demeure constante durant un nombre de secondes donné t; nous aurons tout simplement

$$(a) \qquad V = A\,t.$$

Prenons un exemple pour fixer les idées. La vitesse d'un certain train augmente à raison de $2^{km},75$ à l'heure par seconde, pendant 13 secondes. L'augmentation totale de vitesse à la fin de cette période d'accélération sera égale au produit de l'accélération (A) par le temps (t), soit

$$V = 2,75 \times 13 = 35,75 \text{ kilomètres à l'heure}.$$

Modifions le problème : *Un train atteint une vitesse de 60^{km} à l'heure en s'accélérant à raison de $2^{km},65$ à l'heure par seconde. Combien de temps lui faudra-t-il?*

De la formule (a) nous tirons

$$(b) \qquad \frac{V}{A} = t.$$

Nous trouvons donc

$$t = \frac{60}{2,5} = 24 \text{ secondes}.$$

Encore un autre problème : *Quelle est l'accélération*

d'un train qui atteint une vitesse de 56^{km} *à l'heure en* 14 *secondes?*

De la formule (*a*) nous tirons

$$(c) \qquad \frac{V}{t} = A$$

Nous trouvons donc

$$A = \frac{56}{14} = 4 \text{ kilomètres à l'heure par seconde.}$$

Ceux qui ne seraient pas encore convaincus des avantages de cette méthode sont invités à faire les mêmes calculs par « l'autre méthode » et à noter le temps qu'il faut des deux manières.

Bien que la route analytique que nous avons dû suivre pour arriver à cette définition et cette mesure de l'accélération fût relativement directe et facile, nous avons cru devoir prendre toutes les précautions possibles pour arriver logiquement au but. On a cependant prétendu (en Angleterre) que la méthode manque de rigueur mathématique. Nous voulons démontrer que cette critique mal fondée résulte de la fausse interprétation d'une formule de différentiation.

La plainte portée contre cette méthode est la suivante :

1° Nous employons deux unités de temps, l'heure et la seconde, où une seule unité devrait suffire.

2° L'accélération étant une deuxième dérivée de la distance par rapport au temps,

$$y'' = \frac{d^2 S}{dt^2} = A,$$

la quantité au dénominateur doit être le *carré* d'une unité de temps, c'est-à-dire que la définition doit comprendre un nombre d'unités de temps *qui se répète*, tel que *par seconde par seconde*, ce qui revient à dire que le même nombre doit intervenir deux fois comme diviseur, comme quand on écrit

$$A = \frac{d^2 S}{dt^2} = \frac{\text{mètres}}{\text{secondes} \times \text{secondes}}$$
$$= \frac{\text{mètres}}{(\text{secondes})^2} = \text{mètres par sec}^2.$$

Ces critiques ne sont pas sérieuses.

1° Il n'y a, théoriquement, aucune objection à l'usage de deux unités de temps dans la définition de l'accélération, comme on a pu le voir déjà, puisque la vraie définition de l'accélération, celle qui est employée en pratique par tout le monde, même les physiciens, se rattache à la fonction *vitesse*, laquelle pourrait elle-même *être définie n'importe comment*. Nous reviendrons sur ce point dans la seconde partie de cette réponse. Pratiquement, la méthode académique n'évite pas quand même l'emploi de deux mesures de temps. Il est vrai que la définition académique, par elle-même, ne comprend qu'une seule mesure de temps, la seconde; mais cela n'empêche pas que, pour s'en servir pratiquement, pour mesurer l'accélération d'un train, il faut toujours avoir recours à une autre mesure de temps, l'*heure*, qui entre dans l'unité de vitesse pratique, que nous devons toujours utiliser pour « traduire » le *résultat* de la mesure faite par la méthode académique et le rendre intelligible. La « vertu » mathématique de la méthode académique, pour le moins douteuse, comme nous le verrons, est payée trop cher; elle entraîne et impose, ainsi que nous l'avons constaté, l'usage de deux unités de *vitesse*.

C'est là un défaut, pour ne pas dire un vice « pratique », qui est impardonnable. L'avantage est largement du côté de la méthode pratique, qui a pour principe et pour but d'éviter ce défaut sérieux.

2° C'est dire trop, et pas assez, de dire qu'il faut toujours partir directement de la fonction *distance* et prendre sa deuxième dérivée pour définir l'accélération. Nous avons vu, par la formule (B), qu'il n'est pas du tout nécessaire de faire dériver la fonction accélération directement de la fonction *distance*, et que, au contraire, la définition la plus logique, et celle qui *spécifie* l'unité réelle de l'accélération, dérive directement de la fonction vitesse. Nous avons vu aussi que la dérivée de la fonction vitesse peut être obtenue avec n'importe quelle échelle d'abscisses, c'est-à-dire sans s'occuper de l'échelle d'abscisses qui aurait servi pour obtenir la fonction vitesse elle-même. Cela veut dire que, même si l'on veut faire dériver la fonction accélération de la fonction distance, il n'est pas nécessaire que les deux différentiations successives de la distance soient évaluées par rapport à la même valeur *unitaire* du temps (t). Il est bien d'usage, et il est peut-être plus sage, de procéder ainsi dans la plupart des cas, mais il est absurde de prétendre qu'on ne puisse pas faire autrement.

Dans le cas le plus général, la deuxième dérivée d'une fonction quelconque est la dérivée d'une autre dérivée obtenue de cette première dérivée par un procédé que nous indiquons ordinairement par la formule

$$f''(x) = \frac{d}{dx}\left(\frac{dy}{dx}\right).$$

La seconde différentiation doit être faite *nécessairement* par rapport à *la même variable* (x); mais *l'unité* employée, c'est-à-dire l'*échelle des abscisses*, n'a pas besoin d'être la même pour les deux différentiations. Prenons par exemple, pour la seconde différentiation, une autre échelle d'abscisses, soit

$$X = kx;$$

nous aurons

$$dX = k\,dx,$$

d'où

$$\frac{dX}{k} = dx.$$

Nous pourrons donc écrire

$$f''(x) = \frac{d}{dx}\left(\frac{dy}{dx}\right) = k\frac{d}{dX}\left(\frac{dy}{dx}\right) = \frac{d^2y}{dx^2} = k\frac{d^2y}{dX\,dx}.$$

Cela veut dire que nous pouvons obtenir la deuxième dérivée après avoir changé *l'unité* de la variable (x) de la *première* dérivée, et lui avoir donné n'importe

quelle autre valeur (X), pourvu que nous changions en conséquence l'échelle des *ordonnées* de la *deuxième* dérivée par l'introduction d'un coefficient constant (k) égal au rapport entre les deux unités (x et X) de la variable. Cela fait, nous avons bien une deuxième dérivée exprimée sous une autre forme, dont le dénominateur représente le produit de deux valeurs de la variable, qui ne sont ni les mêmes ni égales l'une à l'autre, puisque l'une d'elles (dX) est k fois plus grande que l'autre (dx). L'expression

$$y'' = k\frac{d^2y}{dx\,dX}$$

représentera donc le *cas général*, tandis que l'expression

$$y'' = \frac{d^2y}{dx^2}$$

représentera ce qu'on pourrait bien appeler le *cas spécial* ou *particulier* où nous avons $dx = d$X, c'est-à-dire où le coefficient constant k devient égal à l'unité.

Dans le cas de la première différentiation de la fonction distance nous avons mis

$$t = \mathrm{T} = \text{heures},$$

et, dans le cas de la seconde différentiation, nous avons mis $t = t =$ secondes. Nous avons obtenu

$$y'' = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\mathrm{S}}{dt}\right) = \frac{d^2\mathrm{S}}{(dt)(d\mathrm{T})};$$

s'il y avait eu intérêt à conserver les mêmes valeurs absolues que les valeurs de l'accélération obtenues par la méthode académique, nous aurions dû introduire un coefficient (k) égal au rapport de t à T et un autre coefficient égal au rapport entre le mètre et le kilomètre. Il ne fallait cependant aucun coefficient; il fallait au contraire les négliger tous pour obtenir la relation la plus directe, la plus naturelle et la plus commode entre la fonction *vitesse* et la fonction *accélération*. Il n'y avait qu'à changer l'échelle des ordonnées de la fonction accélération et à définir, en conséquence, une unité « pratique » d'accélération. C'est ce qu'on a fait. Il en est résulté une méthode rationnelle et logique où les relations entre les trois fonctions cinématiques s'établissent aussi naturellement pour les unités de temps, de distance et de vitesse en usage dans l'industrie du transport qu'elles s'établissent pour d'autres unités de temps, de distance et de vitesse dans la méthode académique. Il peut y avoir quelque intérêt académique, mais il n'y a guère d'intérêt pratique à ce que l'unité de mesure industrielle de l'accélération d'un train soit la même que l'unité de mesure de l'accélération d'un mécanisme dans un laboratoire de Physique. Nous avons vu que cela complique, au lieu de simplifier, les mesures industrielles. C'est bien pour éviter les complications et les inconvénients que nous avons dû créer et que nous créons encore des unités pratiques et que nous en faisons tant usage.

Il est facile de trouver la constante du rapport entre une accélération mesurée par la méthode « pratique » et par la méthode « académique ».

Exprimons une même accélération des deux méthodes.

Par la méthode académique, en prenant

S = mètres,
t = secondes,
a = mètres par seconde par seconde,

nous aurons

$$a = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\mathrm{S}}{dt}\right).$$

Par la méthode pratique, en prenant

S = kilomètres,
T = heures,
a' = kilomètres à l'heure par seconde,

nous aurons

$$a' = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\mathrm{S}}{d\mathrm{T}}\right).$$

Le rapport de la première à la seconde de ces accélérations sera

$$\frac{a}{a'} = \frac{d}{dt}\left(\frac{ds}{dt}\right) : \frac{d}{dt}\left(\frac{d\mathrm{S}}{d\mathrm{T}}\right) = \frac{ds}{dt} : \frac{d\mathrm{S}}{d\mathrm{T}} = \frac{v}{\mathrm{V}}.$$

C'est le rapport de deux vitesses (v et V) mesurées différemment, ou peut-être, plutôt, de la même vitesse mesurée de deux manières différentes.

Supposons chacune de ces vitesses égale à l'unité de vitesse correspondante. Introduisons les valeurs relatives de v et de V pour chaque système de mesures :

Système métrique.	*Système anglais.*
v = 1 = 1 mètre par seconde = 3600 km par heure,	v = 1 = 1 pied par seconde = 3600 pieds par heure,
V = 1 = 1 km par heure = 1000 mètres par heure.	V = 1 = 1 mille par heure = 5280 pieds par heure.

Nous aurons pour le rapport $\frac{v}{\mathrm{V}}$:

Système métrique.	*Système anglais.*
$\frac{3600}{1000} = 3{,}6.$	$\frac{3600}{5280} = 0{,}682.$

Ces constantes sont les coefficients qui interviennent constamment lorsqu'on se sert de la méthode européenne (académique) pour mesurer l'accélération. C'est à cause de ce coefficient qu'il faut « changer de train » pour passer la « frontière » entre une vitesse et une accélération.

Ces chiffres veulent dire qu'en prenant une unité d'accélération 3,6 fois plus petite que le mètre par seconde et en l'appelant le *kilomètre à l'heure par seconde*, on supprimera tout à fait les inconvénients signalés dans ce résumé.

Il n'y aura alors plus de difficulté, pour ne pas dire « *mystère* », pour personne, dans les calculs de l'accélération, de la retardation et des vitesses atteintes ou

amorties dans un temps et sous des conditions donnés. Tout le monde comprendra cette mesure et pourra s'en servir avec intelligence.

Ces observations sont inspirées et en même temps confirmées par plus de dix ans d'expérience avec l'unité analogue, *le mille à l'heure par seconde*, en Amérique. La méthode de définition de mesure industrielle de l'accélération des trains présentée dans ce Mémoire est donc une méthode qui a fait ses preuves depuis longtemps et dont l'utilité et les avantages pratiques ne pourraient plus être contestés.

Dans un Mémoire publié il y a six ans (*American Institute of Electrical Engineers*, t. XIX, 1902 : MAILLOUX, *Speed-time Curves*), l'auteur avait déjà insisté sur les avantages, au point de vue logique et pratique, de la méthode qui vient d'être décrite. Il a cru qu'il y avait intérêt à y revenir, à l'occasion du Congrès international d'Électricité de Marseille, dans le but de la faire connaître mieux qu'elle ne l'est encore en dehors de l'Amérique, d'en démontrer les avantages et de la mettre à la portée de toutes les nations.

C.-O. MAILLOUX.

CHEMINS DE FER.

Le chemin de fer électrique de Vienne à Baden. — Cette installation constitue un exemple de traction électrique par combinaison du système à courant continu et du système à courant monophasé.

La longueur totale de la ligne est $29^{km},780$, dont $2^{km},630$ appartiennent aux lignes des tramways de Vienne et $27^{km},150$ au chemin de fer d'intérêt local de Vienne; la ligne est exploitée en courant continu sur $9^{km},420$ et en courant monophasé sur $20^{km},360$; la voie est posée en rails à gorge sur $6^{km},330$, et en rails Vignole sur $23^{km},450$. Disons enfin que la ligne est à simple voie sur $2^{km},150$ et à double voie sur $27^{km},630$.

La station génératrice de courant monophasé contient six chaudières alimentées par des pompes Worthington. La salle des machines comporte trois machines compound à cylindres de 430^{mm} et 650^{mm}, 180 t:m, et une machine compound à cylindres de 300^{mm} et 480^{mm}, 180 t: m; leurs puissances respectives sont 300 et 150 chevaux. Les dynamos, du type Siemens-Schuckert, sont à accouplement direct, et produisent du courant à 10000 volts, 15 périodes, par seconde.

Les voitures automotrices ont 13^{m} de longueur et $2^{m},20$ de largeur, et sont à quatre essieux; chaque essieu porte un moteur à six pôles, d'une puissance de 40 chevaux. Les automotrices et les remorques sont équipées du frein Hardy à vide, chaque truck ayant un cylindre de frein.

Le poids d'une automotrice est 27500^{kg}, dont 16600^{kg} pour la voiture proprement dite, 400^{kg} pour le frein et 10500^{kg} pour l'équipement électrique. La remorque pèse 17000^{kg}.

Les moteurs sont monophasés à commutation avec engrenage à simple réduction; ils ont trois balais. Le contrôleur est du type série-parallèle, les moteurs étant connectés en deux groupes par deux en série. Un train se compose d'une voiture automotrice et de deux remorques, et marche, sous 250 volts, à la vitesse d'environ 38 km : h sur une rampe de 7 pour 100; sous 300 volts, la vitesse dépasse 60 km:h sur une rampe de 3,5 pour 100; sous 500 volts courant continu, et les quatre moteurs étant en série, la vitesse atteint 16 km: h.

Le contrôleur a 8 touches, 4 pour la marche en série, 4 pour la marche en parallèle, plus 8 touches de freinage; il est à soufflage magnétique. Pour le parcours sous courant alternatif, on emploie de plus un contrôleur spécial auquel est joint un transformateur permettant de faire varier la tension de la ligne à pleine charge, de 125 volts en plus ou en moins. Le fonctionnement des deux contrôleurs se fait de la façon suivante. Lorsque le contrôleur transformateur est dans la position *ouvert*, le transformateur est hors circuit. Sous courant continu, le contrôleur principal est seul employé, et le contrôleur transformateur est dans la position *ouvert*, son arbre étant fixé par un crochet; si l'on emploie le courant alternatif, le crochet est retiré, et l'arbre est libéré.

Dans la section sous courant continu, l'arbre du contrôleur principal ne peut dépasser la position pleine en série, afin d'éviter un excès de vitesse dans la traversée de Vienne.

La traction par automotrices pétroléo-électriques sur les chemins de fer d'Arad-Csanad (Hongrie) (*Génie civil*, t. LIII, 19 sept. 1908, p. 322). — Dès 1902 des essais étaient faits sur ce réseau, d'assez grande importance (460^{km}), en vue de remplacer les locomotives à vapeur par des automobiles pétroléo-électriques; les trains omnibus de voyageurs furent tout d'abord les seuls soumis à la transformation, mais, en raison des excellents résultats obtenus, la réforme fut peu à peu étendue aux trains express et aux trains de marchandises. La dépense par tonne-kilomètre est un peu plus élevée pour les trains pétroléo-électriques que pour les trains à vapeur (1,48 centime au lieu de 1,11 centime); mais, sans doute en raison de l'augmentation du confortable, du nombre des trains et de la vitesse, les recettes par tonne-kilomètre se sont accrues dans un rapport plus grand (1 à 3,2 environ) et tout compte fait la compagnie exploitante a réalisé une excellente opération financière, ses recettes ayant augmenté en moyenne de 25,5 pour 100 par an depuis 6 ans malgré une diminution importante des tarifs.

Les trains express, dont la vitesse commerciale est de 55 à 60 km : h, sont formés d'une automotrice du poids de 16 tonnes portant un groupe électrogène de 80 chevaux, et de deux remorques pesant chacune $6^{t},3$; ces trains contiennent 134 places. Les trains omnibus ont même composition, mais la puissance du groupe électrogène de l'automotrice n'est que de 40 chevaux; ils peuvent contenir 138 places; leur vitesse est de 40 km : h.



VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes relative à l'arrêté du 21 mars 1908 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique [1].

Paris, le 21 juillet 1908.

LE MINISTRE

A Monsieur le Préfet du département.

J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint ampliation d'un arrêté en date du 21 mars 1908 par lequel j'ai déterminé, conformément à l'article 19 de la loi du 15 juin 1906 et après avis du Comité d'Électricité, les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique au point de vue de la sécurité des personnes et des services publics intéressés. Je vous adresse en même temps les instructions nécessaires pour vous permettre d'en assurer l'application.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — Le nouvel arrêté abroge et remplace toutes les instructions techniques antérieurement en vigueur, notamment l'arrêté préfectoral du 15 septembre 1893, les instructions techniques annuelles émanant de l'Administration des Postes et des Télégraphes, et les dispositions techniques de l'instruction du 1er février 1907 relative à la traversée des chemins de fer.

Il s'applique à tous les ouvrages des distributions empruntant en un point quelconque de leur parcours le domaine public, ainsi qu'aux ouvrages des distributions établies exclusivement sur des terrains privés et s'approchant à moins de 10m de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante; mais il ne s'applique ni aux usines de production d'énergie, ni aux ouvrages d'utilisation situés dans les usines ou autres immeubles. Ces usines ou ouvrages d'utilisation sont soumis aux dispositions du décret du 11 juillet 1907, édict éen exécution de la loi du 12 juin 1893 et 11 juillet 1903 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

L'arrêté ne contient aucune prescription relative à la protection des sites que mentionne l'article 19 de la loi du 15 juin 1906. Je ne doute pas que les ingénieurs auront le plus grand souci de veiller à ce que l'établissement des ouvrages d'une distribution ne compromette pas le caractère artistique ou pittoresque des monuments, des paysages ou des rues des villes; il peut néanmoins être utile, toutes les fois que la situation le comportera, de consulter les fonctionnaires ou les commissions chargés, dans chaque circonscription administrative, de veiller à la conservation des monuments et des sites.

Après avoir provoqué à ce sujet l'avis de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, j'estime qu'il sera bon que les ingénieurs se mettent en rapport avec l'architecte départemental, lorsque les projets seront de nature à modifier l'aspect des rues ou des promenades des villes. Si les travaux projetés intéressent un immeuble classé parmi les monuments historiques, en vertu de la loi du 30 mars 1887, ils pourront utilement faire appel à l'architecte ordinaire des monuments historiques; s'ils intéressent un paysage historique, il y aurait lieu, pour vous, de saisir la Commission instituée dans votre département par la loi du 21 avril 1906 sur la conservation des sites et des monuments naturels.

DISPOSITIONS SPÉCIALES. — L'arrêté technique est divisé en cinq chapitres correspondant aux diverses questions que soulèvent l'établissement et l'exploitation des ouvrages de distribution.

Le chapitre I contient les dispositions générales applicables à tous les ouvrages de distribution et donne lieu, de ma part, aux observations suivantes :

ART. 1er. — Les distributions sont classées en deux catégories, suivant la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre. Les dispositions adoptées sont les mêmes que celles du décret du 11 juillet 1907 relatif à la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels qui mettent en œuvre des courants électriques.

Il ne faut pas, toutefois, conclure de cette classification que seuls les ouvrages de la deuxième catégorie peuvent présenter des dangers; les limites indiquées pour la tension maximum de la catégorie correspondent aux installations usuelles, qui ne donnent lieu à des accidents que très exceptionnellement, mais il a été constaté que, dans certaines circonstances spéciales, des courants dont la tension est très inférieure à la limite adoptée ont occasionné des électrocutions. Vous aurez à tenir compte de ce fait dans l'étude des installations de première catégorie.

ART. 4. — Les essais des isolateurs ne peuvent être pratiquement faits sur une ligne établie; conformément à la pratique courante de l'industrie, les isolateurs seront envoyés à l'usine avant livraison; le service du contrôle pourra exiger la production du procès-verbal des essais.

ART. 5. — L'arrêté du 15 septembre 1893 fixait à 60° l'angle minimum pour la traversée des routes par les conducteurs d'énergie. Ce minimum a été abaissé à 30°, afin de réduire le plus possible l'angle de la brisure dans la direction générale de la ligne de distribution. Cette brisure constitue, en effet, malgré la consolidation des supports, un point faible dans les distributions. La réduction adoptée améliorera les conditions de la sécurité.

ART. 6. — L'article 6 définit les conditions dans lesquelles doivent être calculées les dimensions de tous les ouvrages des distributions. Il y a lieu de tenir compte, dans ce calcul, non seulement des charges permanentes que les organes ont à supporter, mais aussi des charges accidentelles qui peuvent se produire sous l'action du vent. Ces charges accidentelles peuvent, d'ailleurs, varier suivant la température. Par les temps froids, la flèche des conducteurs diminue, ce qui est défavorable à la solidité; mais par contre, dans ces circonstances, la violence du vent n'atteint pas le maximum constaté avec des températures moyennes. Il conviendra de faire

[1] Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Direction des Routes, de la Navigation et des Mines. — Division des Routes et Ponts. — 2e Bureau. — Arrêté du 21 mars 1908 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. — Instructions. — Circulaire, série A, n° 4.

le calcul dans les deux hypothèses et de retenir le résultat trouvé dans le cas le plus défavorable.

Les bases de calcul adoptées sont très sensiblement les mêmes que celles qui ont été précédemment indiquées dans l'instruction du 1er février 1907, relative aux traversées de chemins de fer. Toutefois, l'hypothèse d'une couche de verglas de 4mm d'épaisseur recouvrant les conducteurs a été écartée, comme ne se produisant que très exceptionnellement en pratique à raison de la chaleur développée par le passage même du courant.

Art. 7. — Dans les distributions de deuxième catégorie les accidents présentent un caractère particulier de gravité et peuvent nécessiter la coupure du courant dans le plus bref délai possible. A cet effet, l'article 7 prévoit que chaque agglomération importante doit être reliée par un moyen de communication directe à l'usine génératrice ou au poste le plus voisin muni d'appareils de coupure. L'entrepreneur peut, pour réaliser cette liaison, faire usage d'une ligne téléphonique ou avoir recours à d'autres moyens, par exemple munir le personnel de surveillance de moyens de transport rapide (automobiles, bicyclettes, etc.). Il appartiendra au service de contrôle d'apprécier les propositions faites à cet effet par l'entrepreneur.

Dans les cas où la distribution est munie d'appareils de coupure à l'entrée de chaque agglomération, l'installation pourra être considérée comme répondant à la prescription de l'article 7, à la condition toutefois que l'entrepreneur ait pris toutes les mesures nécessaires pour que ces appareils puissent être manœuvrés efficacement quand il en sera besoin.

Le chapitre II détermine les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire les ouvrages de distribution à la traversée des cours d'eau et des lignes de chemins de fer, et les ouvrages servant à la traction par l'électricité.

Les dispositions relatives aux traversées de chemins de fer ont été empruntées pour la plupart à l'instruction du 1er février 1907. Les différences suivantes avec les règles antérieurement adoptées sont toutefois à signaler :

Art. 24. — Le paragraphe 1er de l'article 24 ne classe plus les passages à niveau parmi les points qui doivent être choisis de préférence pour la traversée des chemins de fer. La traversée aux passages à niveau crée, en effet, un risque pour la circulation publique. Il peut être avantageux toutefois, au lieu d'établir une traversée en pleine voie, de la placer à proximité d'un passage à niveau pour qu'elle puisse être surveillée par le garde-barrière. Mais ce n'est point là une obligation ; il appartient aux services de contrôle d'adopter la solution la plus conforme aux intérêts en présence.

Le paragraphe 2 correspond à l'article 8 de l'ancienne instruction, mais il a reçu une rédaction un peu différente afin de bien préciser que les appareils de coupure ne doivent pas nécessairement être établis dans le voisinage immédiat de la traversée; il suffit que l'installation soit faite de manière qu'il soit possible de couper facilement le courant dans la traversée.

Le paragraphe 3 motive l'observation suivante :

L'article premier de l'instruction du 1er février 1907 portait que toute traversée de chemin de fer par une canalisation électrique devait faire l'objet d'une autorisation, sauf dans le cas où la canalisation traversait le chemin de fer sous un passage inférieur, sans avoir aucun contact avec cet ouvrage et en passant à 0m,50 au moins de distance de son tablier métallique, si ledit passage en comportait un. Cette prescription a paru trop absolue, car, même dans le cas indiqué, il est utile, sinon nécessaire, que le service du contrôle du chemin de fer vérifie si les dispositions adoptées ne risquent pas d'offrir des inconvénients pour la voie ferrée.

Dans l'avenir, les services de contrôle devront être consultés pour toutes les traversées et ils auront à apprécier, dans chaque cas, si la prescription du paragraphe 3 est satisfaite.

Art. 25 et 26. — Conformément à l'avis du Comité d'Électricité, il ne m'a pas paru nécessaire de fixer une limite pour la densité maximum du courant dans les canalisations aériennes et souterraines. Les nécessités industrielles obligent, en effet, les entrepreneurs à adopter des densités de courant bien inférieures à celles qui pourraient compromettre la sécurité.

Les prescriptions relatives à l'établissement des ouvrages servant à la traction par l'électricité remplacent et complètent les instructions antérieures de l'Administration des Télégraphes.

En raison des conditions de leur installation et de leur exploitation, les ouvrages de distribution des entreprises de traction bénéficient des tolérances admises pour l'établissement de distribution de première catégorie tant que la tension entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 1000 volts. Mais, si l'établissement des ouvrages servant à la traction par l'électricité est ainsi facilité, autant que le permet le soin de la sécurité, des précautions minutieuses ont, au contraire, été prescrites par l'arrêté en vue de parer aux dangers que peuvent présenter les courants vagabonds pour les masses métalliques établies au voisinage des rails servant de retour au courant.

Il importe que le service du contrôle assure strictement l'exécution de toutes les mesures jugées nécessaires dans chaque cas pour protéger contre l'action nuisible des courants dérivés les masses métalliques voisines de la ligne de distribution, et notamment les lignes télégraphiques ou téléphoniques et les lignes de signaux.

Le chapitre III traite de la protection des lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux, et n'appelle aucune observation particulière.

Il en est de même du chapitre IV qui renferme les prescriptions relatives à l'entretien des ouvrages et à l'exploitation des distributions.

Le chapitre V contient diverses dispositions nécessaires pour l'application de l'arrêté. Vous remarquerez que les dispositions de l'arrêté sont obligatoires pour toutes les distributions et qu'il ne peut y être dérogé que par décision ministérielle; mais elles ne sont pas limitatives. Lorsque les circonstances locales l'exigent, le service du contrôle peut imposer, pour l'établissement des distributions, toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité.

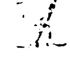
Dans cet ordre d'idées, j'appelle particulièrement votre attention sur les conditions d'implantation et d'établissement des lignes, notamment en pays de montagne, au point de vue des mesures à prendre contre les dangers que peuvent présenter éventuellement les éboulements, les torrents, les avalanches, etc.

Vous remarquerez également que l'arrêté ne contient aucune disposition spéciale concernant les distributions à très haute tension. L'établissement de ces distributions nécessite toutefois une étude particulièrement attentive des projets d'exécution en raison des dangers qu'elles présentent.

Vous voudrez bien, en conséquence, avant de statuer, me communiquer, avec vos propositions, les projets de toutes les distributions dont la tension de régime dépasse 30000 volts. Après examen, je vous renverrai les projets avec mes instructions.

Vous pourrez d'ailleurs me saisir également toutes les fois que les conditions d'établissement d'une distribution de tension inférieure ou égale à 30000 volts soulèveront des questions délicates sur lesquelles vous ne croirez pas devoir statuer sous votre propre responsabilité.

Louis Barthou.





Modèle de relevé des canalisations établies par des entreprises de distribution d'énergie électrique sur les dépendances du domaine public national en vue de permettre le calcul des redevances dues par chaque entreprise pour les occupations de ce domaine.

Département
d
——
Service de M.

Ingénieur en chef
du Contrôle
des distributions
d'énergie électrique.
——

OCCUPATION DU DOMAINE PUBLIC NATIONAL
par les canalisations d'une distribution d'énergie électrique.

Annexe N° 1
à la circulaire ministérielle
du 25 octobre 1908.

Format 31 × 42

ENTREPRISE DE DISTRIBUTION D

M. { permissionnaire. / concessionnaire.

Relevé des canalisations existant à la date du 19
et indication des sommes à recouvrer par le Directeur des Domaines du département d
(Art. 1, 2, 3, 4 et 5 du décret du 17 octobre 1907.)

DÉSIGNATION de la voie publique	DÉSIGNATION de la commune	POPULATION de la commune	DESTINATION des lignes.	LONGUEUR des lignes.	TAUX de la redevance par mètre de ligne aérienne ou souterraine.	MONTANT des redevances	NOMBRE des supports en cas de ligne aérienne.	REDEVANCE par chaque support (poteau ou pylône).	MONTANT des redevances	SUPERFICIE des ouvrages	TAUX de la redevance annuelle par mètre carré.	MONTANT des redevances	TOTAL général des sommes à recouvrer (col. 7, 10 et 13).	OBSERVATIONS.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Dressé par l'Ingénieur en chef soussigné
et transmis à M. le Directeur des Domaines.

A *, le* 19

Modèle d'arrêté préfectoral portant autorisation d'installer une distribution d'énergie électrique par permission de voirie.

Le préfet du département d............,

Vu la loi du 5 avril 1884 sur l'organisation municipale;

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie;

Vu le décret du 17 octobre 1907 sur l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique;

Vu le décret du 17 octobre 1907 portant fixation des redevances dues pour l'occupation du domaine public;

Vu le décret du 3 avril 1908 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906;

Vu les arrêtés interministériels des 3 août 1878, 30 octobre 1895 et 22 septembre 1906 concernant les occupations temporaires du domaine public;

Vu l'arrêté réglementaire du 15 janvier 1907 concernant les permissions de grande voirie;

Vu l'arrêté technique du Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes du....... .... (1);

Vu l'arrêté réglementaire du.......... relatif à la voirie vicinale;

Vu la demande présentée le.......... par M.......... .... demeurant à.................;

Vu l'avant-projet joint à la demande;

Vu l'avis des ingénieurs et agents-voyers préposés à l'administration du domaine public à occuper (1);

Vu l.. avis d.. conseil. municipa.. de ... commune. de .... (2);

Vu l.. avis d.. maire..;

Vu les observations présentées par M.................. concessionnaire. d.. distribution. publique. d'énergie dans l.. commune. d................... (3);

Sur le rapport de l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique;

Arrête :

Article 1er. — M............... autorisé.. à établir dans

(1) Cet arrêté porte actuellement la date du 21 mars 1908. Mais, comme ses prescriptions sont soumises à une revision annuelle, il y aura lieu, dans chaque cas, d'inscrire la date du dernier arrêté.

(1) A insérer seulement lorsque le domaine public à occuper n'est pas placé dans les attributions de l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique.

(2) A insérer lorsque la distribution a pour objet l'éclairage.

(3) A insérer lorsqu'il y a déjà un ou plusieurs concessionnaires de distribution d'énergie électrique dans la ou les communes où doivent être installés les ouvrages de la distribution projetée.

l.. commune. d............. des canalisations et ouvrages de distribution d'énergie électrique { sur (1)............... / sous.................

....

en vue de (2)...

....

et à procéder aux travaux nécessités par l'entretien de ces canalisations et ouvrages, à charge par ... de se conformer aux conditions de la présente permission, aux règlements de voirie et aux règlements ou arrêtés édictés en exécution de la loi du 15 juin 1906.

Art. 2. — Les canalisations souterraines seront placées directement dans le sol. Toutefois, elles pourront, sur la demande du permissionnaire, être placées dans des galeries accessibles et elles devront l'être lorsque les services de voirie l'exigeront. Sauf aux traversées des chaussées, elles seront toujours sous les trottoirs, à moins d'une autorisation donnée par l'ingénieur en chef du contrôle.

A la traversée des chaussées fondées sur béton et des voies de tramways, les dispositions nécessaires seront prises pour que le remplacement des canalisations soit possible sans ouverture de tranchée.

Les canalisations aériennes (3)..........................

....

Art. 3. — Aucune extension ou modification des canalisations et ouvrages mentionnés dans la demande ne pourra être entreprise sans avoir fait l'objet d'une permission nouvelle.

Toutefois les branchements nouveaux ayant pour unique objet de relier un immeuble aux canalisations autorisées par la présente permission pourront être exécutés sans permission spéciale et sans autorisation préalable, dans les conditions fixées par l'article 35 du décret du 3 avril 1908 (4).

Art. 4. — Les travaux nécessaires pour remettre en état la chaussée et les trottoirs à l'emplacement des tranchées ou les autres ouvrages qui auraient été démolis, ainsi que les travaux d'entretien pendant un an des parties rétablies, seront effectués par les soins et aux frais d... permissionnaire.... Il... se conformer... pour l'exécution à toutes les règles de l'art et suppléer... aux déchets des vieux matériaux par des matériaux neufs de bonne qualité.

Toute négligence apportée à l'entretien pourra donner lieu à un procès-verbal qui sera déféré au Conseil de préfecture.

S'il y a urgence, il sera procédé d'office et aux frais d ... permissionnaire..., après mise en demeure, à l'exécution des travaux propres à faire cesser le dommage. Le remboursement des dépenses ainsi effectuées sera poursuivi dans la forme prescrite par le décret du 12 juillet 1893 au titre des avances pour travaux d'intérêt public à la charge des tiers (5).

(1) Indiquer les voies publiques ou autres dépendances du domaine public à occuper.

(2) Indiquer la destination de la distribution

(3) Le préfet peut interdire les canalisations aériennes. Lorsqu'il les autorise, il doit indiquer si les canalisations peuvent être aériennes dans toute l'étendue de la distribution ou sinon dans quelles parties elles ne peuvent l'être.

L'ingénieur en chef, en autorisant l'exécution des projets de canalisation, détermine les conditions auxquelles est soumis leur établissement.

(4) Cet alinéa est facultatif; sauf exceptions justifiées par les circonstances locales, il convient de l'insérer dans les permissions autorisant l'établissement d'ouvrages de transport ou d'ouvrages particuliers et de le supprimer dans les permissions autorisant des ouvrages de distribution proprement dite, de manière à ne pas entraver l'établissement ultérieur de concessions municipales ou d'État.

(5) *Voir* le renvoi au n° 1 de la colonne suivante.

Art. 4bis (variante). — Les travaux nécessaires pour remettre en état la chaussée et les trottoirs sur l'emplacement des tranchées, les autres ouvrages qui auraient été démolis et les travaux d'entretien pendant un an des parties rétablies seront effectués par l'Administration aux frais d... permissionnaire... dans les conditions ci-après :

Immédiatement après l'achèvement du travail de pose ou de réparation des conduites, un métré des parties à réparer sera notifié par les agents du service intéressé au... permissionnaire... ou a... ayant-charge qui pour... présenter... observation... dans un délai de 5 jours à partir de la notification. Passé ce délai, le métré sera considéré comme accepté et servira de base au règlement de compte.

Les dépenses seront calculées en appliquant aux quantités portées sur le métré les prix forfaitaires suivants, qui comprennent les frais de surveillance :

1° Repose de 1^{m} courant de bordure de trottoir.........

2° Réfection de 1$^{m^2}$ d'empierrement.....................

3° Réfection de 1$^{m^2}$ de pavage sur sable (la surface mesurée avec une demi-largeur de pavé en plus de chaque côté pour le raccordement)....................................

4° Réfection de 1$^{m^2}$ de pavage sur fondation de béton (la surface mesurée comme ci-dessus)...................... .

5° Réfection de 1$^{m^2}$ de pavage en bois (la surface mesurée comme ci-dessus)...................................

6° Réfection de 1$^{m^2}$ de surface sablée...................

7° Réfection de 1$^{m^2}$ de bitume..........................

8° Réfection de 1$^{m^2}$ de trottoir pavé hourdé de mortier...

Le remboursement sera poursuivi dans la forme prescrite par le décret du 12 juillet 1893 au titre des avances pour travaux d'intérêt public à la charge des tiers.

Les frais de recouvrement qui sont fixés à 3 pour 100 des dépenses à titre de remise au comptable chargé de la perception, plus une somme de 0^{fr},05 pour frais d'avertissement, seront ajoutés à chaque article du rôle et seront à la charge d... permissionnaire.

Le tarif inséré au présent article pourra être revisé tous les 5 ans (1).

Art. 4ter (variante). — Les travaux nécessaires pour remettre en état la chaussée, les trottoirs et autres ouvrages qui auraient été démolis ou endommagés pendant l'établissement ou l'exploitation de la distribution, ainsi que les travaux d'entretien pendant un an des parties rétablies, seront effectués par l'Administration aux frais d... permissionnaire... dans les conditions déterminées par l'arrêté préfectoral du... (1).

Art. 5. — L'autorisation à laquelle s'applique le présent arrêté est accordée à titre précaire; elle est révocable à la première réquisition de l'Administration dans les conditions prévues par le décret du 3 avril 1908 et par l'arrêté interministériel du 3 août 1878.

L'autorisation sera considérée comme périmée s'il n'en a pas été fait usage dans le délai d'un an à dater de sa délivrance.

Art. 6. — En cas de révocation de l'autorisation ou en cas de cessation de l'occupation du domaine public, l. . permissionnaire... ser.. tenu... d'enlever, à... frais et sans indemnité, toutes celles de... installations qui se trouvent sur ou sous la voie publique, et de rétablir les lieux dans leur état primitif. Toutefois, il... pourr... abandonner les canalisa-

(1) L'Administration peut, soit laisser au permissionnaire le soin de remettre en état le domaine public, soit se réserver la faculté d'exécuter les travaux nécessaires à cet effet. L'article 4ter ne peut être appliqué que s'il existe dans le département un arrêté réglementaire fixant les conditions dans lesquelles doit s'effectuer la remise en état des voies publiques.

tions souterraines, à condition qu'elles n'apportent aucune gêne pour les services publics.

Faute par le... permissionnaire... de satisfaire aux obligations du présent article, il sera procédé d'office et à... frais, à l'enlèvement des installations dans les conditions prévues par l'article 4 ci-dessus.

Art. 7. — L'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique et le directeur des Domaines sont chargés, chacun en ce qui le concerne, d'assurer l'exécution du présent arrêté, dont ampliation leur sera adressée ainsi qu'à...

Fait à , le 19 .

Le Préfet,

Extrait de l'arrêté réglementaire du 15 janvier 1907 concernant les permissions de grande voirie.

Réparation des dommages causés à la route.

Art. 37. — Aussitôt après l'achèvement de leurs travaux, les permissionnaires sont tenus d'enlever tous les décombres, terres, dépôts de matériaux, gravois et immondices, de réparer immédiatement tous dommages qui auraient pu être causés à la route ou à ses dépendances, et de rétablir dans leur premier état les fossés, talus, accotements, chaussées ou trottoirs qui auraient été endommagés.

Entretien en bon état des ouvrages situés sur le sol de la route et de ses dépendances.

Art. 38. — Les ouvrages établis sur le sol de la voie publique et qui intéressent la viabilité, notamment ceux mentionnés dans les articles 6, 24 et 26 [1] du présent Règlement, seront toujours entretenus en bon état et maintenus conformes aux conditions de l'autorisation, faute de quoi cette autorisation serait révoquée, indépendamment des mesures qui pourraient être prises contre le permissionnaire, pour répression de délit de grande voirie et pour la suppression de ces ouvrages.

---

(1) *Aqueducs sur les fossés de la route.*

Art. 6. — L'écoulement des eaux ne peut être intercepté dans les fossés de la route. Les dispositions et dimensions des aqueducs destinés à rétablir la communication entre la route et les propriétés riveraines sont fixées par l'arrêté qui autorise ces ouvrages; ils doivent toujours être établis de manière à ne pas déformer le profil normal de la route.

Conditions d'établissement des trottoirs.

Art. 24. — La nature et les dimensions des matériaux à employer dans la construction des trottoirs seront fixées par l'arrêté spécial qui autorisera ces ouvrages. Les bordures ainsi que le dessus du trottoir seront établis suivant les points de hauteur et les alignements fixés au pétitionnaire.

Les extrémités du trottoir devront se raccorder avec les trottoirs voisins ou avec le revers, de manière à ne former aucune saillie.

Écoulement des eaux.
Établissement d'aqueducs et de tuyaux.

Art. 26. — Nul ne peut, sans autorisation, rejeter sur la voie publique des eaux insalubres provenant des propriétés riveraines.

Les eaux pluviales, lorsqu'elles auront été recueillies dans une gouttière, ainsi que celles provenant de l'intérieur des maisons, seront conduites jusqu'au sol par des tuyaux de descente, puis jusqu'au caniveau de la route, soit par une gargouille, s'il existe un trottoir ou dès qu'il en existera un, soit par un ruisseau pavé, s'il n'existe qu'un revers.

Suppression des ouvrages sans indemnité.

Art. 39. — Les permissions de pure tolérance concernant les ouvrages mentionnés à l'article précédent peuvent toujours être modifiées ou révoquées, en tout ou en partie, lorsque l'Administration le juge utile à l'intérêt public, et le permissionnaire est tenu de se conformer à ce qui lui est prescrit à ce sujet, sans qu'il puisse s'en prévaloir pour réclamer aucune indemnité.

Réserve des droits des tiers.

Art. 40. — Les autorisations de grande voirie ne sont données que sous toutes réserves des droits des tiers, des règlements faits par l'autorité municipale dans les limites de ses attributions, des servitudes militaires et de celles résultant du Code forestier.

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société Saint-Quentinoise d'éclairage et de chauffage, de force motrice et de distribution d'eau.* Assemblée ordinaire le 24 novembre, à 11h du matin, 24, boulevard Victor Hugo, à Saint-Quentin (Aisne).

Société d'applications industrielles (Compagnie d'entreprises électriques). Assemblée ordinaire le 10 décembre, à 10h du matin, 9, rue Pillet-Will, Paris.

Nouvelle Société. — « *Sywa* », *Société électrique.* Siège social, 12, place Vendôme, Paris. Durée : 50 ans. Capital : 1 000 000fr.

Le Triphasé. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 11 juin 1908, nous extrayons ce qui suit :

Nos recettes d'exploitation, qui étaient l'année dernière de 1 780 704fr,75, ont été cette année de 2 063 666fr,80, soit une augmentation de 282 962fr,05.

Les dépenses d'exploitation, qui étaient de 770 055fr,25, se sont élevées cette année à 907 290fr,20, soit une augmentation de 137 234fr,95.

Le produit net, qui était l'année dernière de 1 010 649fr,50, est cette année de 1 156 376fr,60, soit une augmentation de 145 727fr,10.

ACTIF.

Les travaux neufs ont augmenté de 553 592fr,45 provenant de l'augmentation de l'usine centrale, du développement du réseau et des installations à Argenteuil.

Le compte Valeurs en portefeuille a augmenté de 910 750fr, versement du premier quart sur actions souscrites à la Compagnie parisienne de distribution d'électricité.

Le compte Magasin a diminué de 114 598fr,95, les câbles en approvisionnement l'an dernier ayant été posés pendant l'exercice.

Le compte Débiteurs banquiers et divers est en diminution de 351 046fr,45.

PASSIF.

Le compte Obligations est en diminution de 132 000fr, montant de 264 obligations remboursées conformément au Tableau d'amortissement.

Le compte Créanciers divers est en augmentation de 1 607 100fr,20.

La somme de 111 007fr,75 figurant sous la rubrique coupons d'obligations représente la portion courue au 30 avril sur le prochain coupon de nos obligations, plus les coupons antérieurs non encore réclamés.

Le total de l'amortissement, après répartition des bénéfices, sera de 3 012 899fr,60.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

	fr
Les produits nets de l'exploitation s'élèvent à.	1 156 376,60
dont à déduire pour jetons, tantièmes, gratification, intérêts, prime de remboursement sur obligations amorties et perte sur matériel revendu	391 176,40
Il reste un bénéfice net de	762 200,20

Le Conseil a jugé devoir porter à l'amortissement 509 568fr,60. Il reste un solde créditeur de 252 631fr,60 que nous vous proposons de répartir comme suit :

	fr
Réserve légale : 5 pour 100	12 631,60
Dividende : 4 pour 100 aux actionnaires	240 000 »
Total égal	252 631,60

Nous vous proposons de décider que les sommes inscrites au Compte d'amortissement font partie du fonds de roulement de la Société.

BILAN AU 30 AVRIL 1908.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement	12 726 271,60
Réseau	1 345 678 »
Matériel divers	95 748,55
Installation Argenteuil	94 921,60
Cautionnements	18 581,65
Valeurs en portefeuille	3 144 250 »
Magasin, existences à l'inventaire	174 522,15
Prime de remboursement sur obligations	312 160 »
Caisse, espèces	3 482,15
Débiteurs banquiers et divers	1 380 747,80
Total de l'Actif	19 296 363,50

Passif.

Capital		6 000 000 »
Obligations	8 000 000	7 804 000 »
» moins remboursements.	196 000	
Amortissements		3 012 899,60
Réserve légale		88 421,15
Créanciers divers		2 016 403,40
Coupons d'obligations		111 007,75
Obligations sorties non présentées au remboursement		11 000 »
Profits et pertes		»
Bénéfice de l'exercice 1907-1908 après amortissement		252 631,60
Total du Passif		19 296 363,50

COMPTES DE PROFITS ET PERTES.

Actif.

Jetons des administrateurs (4 pour 100 sur les produits nets)		46 255,10
Rémunération des commissaires des comptes..		1 000 »
Tantièmes des directeurs et gratifications au personnel		62 582,45
Intérêts des obligations	352 695 »	259 457,20
Dont à déduire : Intérêts divers.	93 237,80	
Prime de remboursement sur obligations amorties		5 280 »
Perte sur matériel revendu		19 601,65
Amortissement		509 568,60
Solde créditeur		252 631,60
Total de l'Actif		1 156 376,60

Passif.

	fr
Recettes de l'exploitation	2 063 666,80
Dépenses de l'exploitation	907 290,20
Produits nets de l'exploitation	1 156 376,60

Avis commerciaux. — DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR (1). — N° 742. *République Argentine.* — Mouvement maritime et commercial du port de Rosario en 1907.

N° 743. *Russie.* — Activité commerciale d'Odessa en 1907; le commerce français en Russie ; considérations générales.

N° 744. *Chine.* — Mouvement maritime et commercial de Kiao-Tchéou en 1907.

N° 745. *Allemagne.* — Le commerce et l'industrie de la Silésie et de Breslau en 1907-08.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 9 au 20 novembre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
9 novembre......	64 17 6	67 10 »
10 »	64 17 6	67 5 »
11 »	64 12 »	67 5 »
12 »	63 7 6	66 15 »
13 »	63 10 »	66 15 »
16 »	62 17 6	66 5 »
17 »	62 17 6	66 5 »
18 »	63 12 6	66 5 »
19 »	62 15 »	66 » »
20 »	63 7 6	66 5 »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

AVIS.

Vente aux enchères publiques après faillite, le jeudi 10 décembre 1908, à une heure après midi, à Saint-Clar (Gers).

D'un matériel pour éclairage électrique comprenant :

1° 1 moteur Gilleron et Amrein, 65 chevaux, avec gaz, laveur, pompe centrifuge et accessoires ;

2° 1 alternateur 2500 volts, 7,6 ampères, 50 périodes (société Belfort) ;

3° 2 tableaux avec 2 ampèremètres, 2 voltmètres, 2 rhéostats, 2 interrupteurs triphasés ;

4° 1 survolteur $\frac{2500}{5500}$ volts, 2,84 ampères (Labour, Castres) ;

5° 2 transformateurs d'ampèremètre et de voltmètre ;

6° 2 transformateurs $\frac{2500}{100}$ et $\frac{5500}{120}$;

7° 17 kilomètres environ ligne 3 fils bronze siliceux $\frac{30}{10}$ et $\frac{40}{10}$ avec claies et poteaux.

Comptant 5 pour 100 en sus.

S'adresser à MM. Dubrouil, syndic, Lectoure ; Bourgeat, huissier, Saint-Clar ; Lambic, électricien, Saint-Clar.

(1) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

Tome X. **N° 119. — 15 décembre 1908.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Bien qu'il soit depuis longtemps démontré par la technique télégraphique que la terre constitue un excellent conducteur du courant électrique et que, d'autre part, l'industrie de la traction électrique utilise la terre comme circuit de retour par suite de l'imparfaite conductibilité des voies de roulement qui théoriquement devraient assurer la fermeture du circuit, ce n'est qu'à partir de 1902 que s'est nettement posée la question de **l'emploi de la terre comme partie constituante d'un circuit électrique industriel,** question que viennent de remettre à l'ordre du jour, d'abord une communication de M. Brylinski au Congrès de Marseille et reproduite page 425, puis une publication récente des résultats d'expériences exécutées en 1906-1907 sur la demande et sous le contrôle du Comité d'Électricité [1].

En 1902 la question avait été soulevée par les essais exécutés par Thury sur la transmission d'énergie par courant continu série haute tension qu'il venait d'établir entre Saint-Maurice et Lausanne. Ces essais, dont on trouvera la relation dans une conférence faite par M. Thury le 13 septembre 1902, à Chamonix, devant les membres du Congrès de la Houille blanche [1], avaient montré qu'il était possible de transmettre 150 ampères avec un seul fil de ligne et retour par la terre avec une perte d'énergie beaucoup moindre que dans les conditions normales. La chute de potentiel totale n'était plus en effet que 1210 volts (soit 5,5 pour 100 de la tension d'essai 20000 volts) alors qu'elle s'élevait à 2000 volts quand la transmission se faisait par deux fils; l'économie de puissance se trouvait donc être (2000 — 1210) volts multipliés par 150 ampères, soit 118500 watts, sans parler de l'économie de cuivre qui fût résultée de la suppression du second fil de ligne si l'installation avait pu être prévue avec utilisation de la terre comme circuit de retour.

Il résultait d'ailleurs de la discussion de ces résultats que l'économie de puissance serait, en général, un peu plus grande que celle observée dans ces essais. Les mesures indiquaient en effet que, tandis que la chute de potentiel à la prise de terre de Lausanne n'était que de 25 volts (ce qui correspondait à une résistance ohmique de 0,167 ohm), la prise de terre de Saint-Maurice, établie avec moins de soins et dans un sol moins bon conducteur, donnait

[1] *Étude du retour par la terre des courants industriels. Expériences exécutées entre Lancey et Grenoble en 1906-1907.* Un volume, format $32^{cm} \times 25^{cm}$, xv-148 pages, avec tableaux et planches. Typographie et lithographie Allier frères, 26, cours de Saint-André, Grenoble, 1903.

[1] *Comptes rendus du Congrès de la Houille blanche,* t. I, p. 311-316.

lieu à une chute de potentiel de 183 volts (soit une résistance de 1,233 ohm). On pouvait donc en inférer qu'en prenant quelque soin dans l'établissement des prises de terre, on rendrait pratiquement négligeable la perte par ces prises de terre. On arrivait dès lors à cette conclusion : l'emploi de la terre comme circuit de retour permet, ou bien d'économiser la moitié de la somme consacrée au cuivre et la moitié de l'énergie dépensée en ligne, dans l'hypothèse où le conducteur unique a même section que chacun des deux conducteurs du circuit entièrement métallique, ou bien de réduire la dépense du cuivre au quart en conservant la même perte en ligne, dans l'hypothèse d'un conducteur unique avec une section moitié moindre.

L'importance économique de cette conclusion ne pouvait passer inaperçue. Aussi, dès 1902, le Comité d'Électricité institué par la loi du 25 juin 1895 était-il appelé à donner son avis sur un projet de transmission d'énergie basé précisément sur l'emploi de la terre comme conducteur de retour, emploi que les règlements concernant les courants industriels interdisaient et interdisent d'ailleurs encore. Partagé entre la crainte des inconvénients qui l'avaient antérieurement conduit à cette interdiction et la crainte d'enrayer le progrès qu'un moyen nouveau aurait permis de faire dans la question si importante des transports d'énergie à longue distance, le Comité se déclara insuffisamment éclairé pour pouvoir se prononcer et décida de confier à une Commission spéciale, présidée par M. Harlé, le soin de réunir les renseignements et de faire les expériences nécessaires pour l'éclairer.

Dès octobre 1903 des expériences étaient tentées à Lancey, près de Grenoble, sous la direction de MM. Pionchon, directeur, et Barbillion, sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble. Leurs résultats confirmaient ceux des essais Saint-Maurice-Lausanne et au printemps 1904 la Commission, se basant sur ces résultats, émettait la conclusion suivante : « S'il n'y avait à considérer, pour les courants industriels avec retour par la terre, que leurs effets dans le sol, nous n'hésiterions pas à conclure à l'innocuité de leur emploi moyennant des conditions faciles à fixer administrativement dès maintenant ; nous sommes empêchés d'arriver à des conclusions aussi précises et aussi immédiates par le manque de données suffisantes sur les effets d'induction entre lignes parallèles. »

Une nouvelle série d'expériences fut dès lors décidée afin d'élucider ce dernier point. Mais la réalisation de ces expériences présentait des difficultés bien autrement grandes que l'exécution des premières. La mesure des effets d'induction exigeait en effet l'emploi d'appareils d'une extrême sensibilité, dont la construction délicate demandait un laps de temps considérable. De tels instruments ne pouvaient être confiés qu'à des expérimentateurs habiles. D'autre part, il fallait trouver une ligne industrielle d'assez grande longueur sur laquelle on put faire varier la tension de service dans d'assez larges limites et au voisinage de laquelle fussent établies des lignes unifilaires parallèles. Enfin de tels essais ne pouvaient se faire sans dépenses. Outre des opérateurs de bonne volonté, de nombreux concours gracieux en nature et en argent étaient par suite nécessaires. Aussi ne doit-on pas s'étonner que, décidées en juin 1904, les expériences ne purent commencer qu'en août 1906.

Les conditions dans lesquelles furent faites ces expériences sont sommairement indiquées au paragraphe 16 du Rapport de M. Brylinski (p. 430). La ligne inductrice, longue de 14^{km}, est une des lignes d'alimentation du tramway de Chapareillan mise obligeamment à la disposition de la Commission par la Société d'exploitation, entre certaines heures de la journée. L'énergie électrique était fournie gratuitement, comme dans les expériences de 1903, par l'usine de Lancey. Les lignes induites, dont les longueurs soumises à l'induction étaient comprises entre $2^{km},5$ et $10^{km},5$, sont des lignes télégraphiques ou téléphoniques distraites temporairement du service normal ; des observations se poursuivaient concurremment sur d'autres lignes en service de l'Administration des Postes et Télégraphes et de la Compagnie du chemin de fer de P.-L.-M. dont une voie était longée par la ligne inductrice.

Comme le dit M. Brylinski, les mesures furent faites sous la direction de M. Barbillion, successeur de M. Pionchon comme directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, qui, en cette circonstance, fit preuve « d'une science et d'un dévouement au-dessus de tout éloge ». Mais ce que M. Brylinski ne dit pas c'est que son rôle personnel n'a pas été moins précieux non seulement pour la préparation des expériences, à laquelle il prit, avec M. Estaunié, une part active, mais encore pour le réglage sur place des instruments et l'exécution des premières séries de mesures. C'est ce que montrent bien les lignes suivantes du Rapport de M. Harlé, président de la Commission, qui a tenu à associer dans un juste hommage les noms de M. Brylinski et de M. Barbillion :

« Nous sommes au mois d'août, dit M. Harlé, à l'époque de l'année où chacun de nous, après un dernier coup de collier professionnel, voit arriver le moment attendu d'aller goûter la fraîcheur reposante des hautes altitudes ou des rivages de l'Océan. Au lieu de cela, qui va s'enfermer dans le fourgon



laboratoire arrêté au bord d'une route poudreuse dans la chaude plaine de l'Isère, tous les jours de midi à 2h, pour y noter, de 30 en 30 secondes, les déplacements capricieux d'un rayon lumineux sur une échelle graduée?

» Assurément, notre collègue Brylinski n'avait pas prévu ces conséquences lorsque son enthousiasme nous entraînait à sa suite dans ces expériences d'induction mutuelle; c'est cependant à lui qu'il était réservé de payer le premier de sa personne.

» C'est lui qui, pendant la première semaine, avec M. Barbillion, réglera les instruments et fera les mesures; mais il fallait un effort plus persévérant encore, car les opérations devaient se prolonger pendant plusieurs semaines, et c'est au dévouement sans limite de M. Barbillion que le Comité est redevable de leur achèvement, dans des conditions physiques pénibles et malgré des obstacles matériels de toute sorte. »

Et qu'on ne croie pas qu'après ces pénibles travaux sur le terrain, renouvelés d'ailleurs en 1907, la tâche des deux collaborateurs était terminée. Il fallait encore coordonner les résultats des mesures; il fallait en outre les discuter et en tirer des conclusions. Ce fut M. Barbillion qui rédigea le *compte rendu des expériences,* tandis que M. Brylinski se chargeait de l'*interprétation des essais et conclusions.*

Nous regrettons de ne pouvoir, tout au moins pour le moment, donner une analyse détaillée de ces deux remarquables Mémoires. Disons toutefois que, dans celui de M. Brylinski, se trouvent non seulement discutés les résultats des expériences de Lancey, mais encore ceux de nouveaux essais effectués en Suisse en 1906, sur la transmission Saint-Maurice-Lausanne, en vue de compléter les essais de 1902 que nous signalions au début. Cette discussion montre que, malgré quelques légères divergences facilement explicables par la différence des conditions locales, ces résultats sont très concordants. Toutefois, malgré cette concordance et étant donné que la ligne de transmission à courant continu Moutiers-Lyon permettrait de faire de nouvelles expériences sur une plus vaste échelle, M. Brylinski termine son Rapport en demandant que de telles expériences soient effectuées sur cette ligne.

Mais il semble bien que, malgré cette demande d'essais complémentaires, l'opinion de M. Brylinski soit dès maintenant fixée. Ne dit-il pas, en terminant sa communication au Congrès de Marseille : « On peut espérer voir le retour par la terre des grands transports industriels entrer prochainement dans le domaine de la pratique. »

***

A juste titre, certains de nos lecteurs s'étaient alarmés à propos d'une communication des docteurs Schanz et Stockhausen, analysée dans le numéro du 15 mars de ce journal, sur les **troubles de la vue causés par les sources de lumière artificielle** et, en particulier, par les sources électriques. Ce sujet a été mis à l'ordre du jour du Congrès d'Erfurth, de la Société des Ingénieurs électriciens allemands, et de la discussion à laquelle il a donné lieu il résulte que les appréhensions de MM. Schanz et Stockhausen sont injustifiées. C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle arrive M. W. Vœge, dans un travail analysé page 438, où il est montré par des mesures que, dans la lumière solaire directe ou même la lumière solaire diffusée, l'intensité des rayons ultra-violets est plus grande que celle de la lumière émise par les sources artificielles.

Ajoutons que, dans un travail effectué au Laboratoire central d'Électricité et présenté en juin dernier à la Société internationale des Électriciens, MM. André Broca et Laporte (1) ont trouvé que, à condition d'éviter la vue directe de la source lumineuse, « il est absolument indifférent de choisir l'une ou l'autre des lampes industrielles actuellement en usage », lampe à arc entre charbons, lampe à mercure ou lampe à incandescence.

Il semble donc bien ressortir de l'ensemble de ces travaux que, si la vue finit par se fatiguer, c'est uniquement à l'âge qu'il faut s'en prendre et non à nos modes d'éclairage. Nos parents trouvaient que la lumière du gaz leur fatiguait la vue; nous, nous trouvons que c'est la lumière électrique; nos plaintes ne paraissent pas plus justifiées que ne l'étaient celles de nos parents, et nous pouvons sans crainte nous éclairer avec l'arc au mercure, voire même avec la **lampe à mercure à tube de quartz** décrite page 446, pourvu, cependant, que nous ne la regardions pas directement.

Si l'on en juge par les publications des journaux techniques américains, le chauffage électrique commence à se répandre de l'autre côté de l'Atlantique. En Europe, les applications de ce mode de chauffage sont plus rares. C'est regrettable puisque, d'après les essais faits sur le **stérilisateur d'air à chauffage électrique** décrit page 437, le chauffage électrique est un excellent moyen de stérilisation de l'air.

J. Blondin.

(1) *Étude des principales sources lumineuses au point de vue de l'hygiène de l'œil* (*Bulletin de la Soc. int. des Électriciens*, 2e série, t. VIII, p. 277).

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : 276-35.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

VINGT-TROISIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité du 4 novembre 1908.

Présents : MM. Guillain, président; Brylinski, Coze, Meyer-May, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; de la Fontaine-Solare, secrétaire adjoint; Eschwège, Pinot, Sartiaux, Sée.

Absents excusés : MM. Beauvois-Devaux, Boutan, Debray et Godinet.

M. le Secrétaire donne connaissance de la situation de caisse.

DOCUMENTS OFFICIELS POUR L'APPLICATION DE LA LOI DU 15 JUIN 1906 (Cahier des charges type, circulaires ministérielles). — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire pour passer rapidement en revue l'état dans lequel le Comité de l'Union a laissé ses travaux au mois de juillet et les circonstances qui sont intervenues depuis. Il est fait part notamment des documents suivants :

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 3 août 1908, relative au règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et à l'envoi du décret du 3 avril 1908.

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, en date du 30 août 1908, relative à l'envoi du décret du 20 août 1908, approuvant le cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par l'Etat.

Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 15 septembre 1908, relative aux décrets du 17 octobre 1907 sur les redevances et frais de contrôle.

M. le Secrétaire communique également la circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 5 septembre 1908, relative à la traversée des lignes de chemins de fer par les canalisations d'énergie électrique et à l'emprunt des voies ferrées par ces canalisations.

M. le Secrétaire indique que, dans une brochure publiée par les soins du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz, les documents concernant la loi du 15 juin 1908 ont été reproduits.

L'Association amicale des Ingénieurs électriciens a fait paraître de son côté une brochure sur le même sujet.

APPLICATION DES REDEVANCES ET FRAIS DE CONTRÔLE AUX CONCESSIONS ANTÉRIEURES A LA LOI DU 15 JUIN 1906. — M. le Secrétaire donne connaissance de la lettre du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz relative à cette question, en date du 29 septembre 1908.

M. Sée indique que pendant les vacances la question a été soumise au contentieux du Syndicat des Usines d'Électricité, et il fait prévoir les solutions en ce qui concerne les redevances, les frais de contrôle et enfin les formalités.

M. Coze indique qu'il peut certifier que les résistances s'affirment relativement à cette question.

FORMALITÉS IMPOSÉES AUX PETITS CONCESSIONNAIRES D'INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — M. le Président donne la parole à M. Meyer-May pour exposer au Comité de l'Union les doléances d'un adhérent du Syndicat professionnel des Industries électriques relativement à ces formalités.

M. Meyer-May résume les lettres des 19 septembre et 1er octobre traitant de cette question.

Le Comité de l'Union, après avoir délibéré sur cette question, indique qu'un manuel relatif aux traversées de chemins de fer est précisément en élaboration dans l'un des Syndicats adhérents à l'Union et que les conseils qui seront formulés pourront être généralisés et communiqués aux adhérents de l'Union.

Il semble, dans tous les cas, au Comité de l'Union qu'on devrait tenter d'obtenir des Pouvoirs publics d'avoir différents types de formules à remplir selon l'intensité et le voltage des canalisations à établir, et qu'il faudrait surtout insister sur ce fait que les formalités doivent être établies d'une façon moins rigoureuse pour les transports très peu importants.

ETABLISSEMENT DE COUPE-CIRCUITS CHEZ LES ABONNÉS AU TÉLÉPHONE AYANT L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE. — M. le Président donne lecture de la lettre du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz, du 20 octobre 1908,

sur cette question et de la réponse de M. Brylinski du 23 octobre 1908.

Après examen, le Comité de l'Union reconnaît qu'il n'y a pas, en somme, de bons coupe-circuits téléphoniques. Il donne le conseil de réclamer au Ministre en précisant bien qu'il s'agit d'une question d'espèce et non pas d'une question de principe général. Il faut établir si la canalisation incriminée était préalablement établie. Si la canalisation est nouvelle, on aura vraisemblablement à payer pour les postes centraux intéressés par la nouvelle canalisation; mais il ne paraît pas que la mesure puisse se généraliser et s'étendre *ipso facto* à tout le circuit téléphonique d'une ville.

Proposition de loi portant application d'un droit de douane au carbure de calcium. — Il est rendu compte au Comité de l'Union de la proposition de loi apportant application d'un droit de douane de 6fr par 100kg au carbure de calcium de provenance étrangère à son entrée en France et dans les colonies françaises, qui a été déposée à la séance de la Chambre des Députés du 11 juillet 1908.

Adoption de la loi sur les forces hydrauliques en Suisse. — Il est donné connaissance de l'arrêté fédéral du 26 juin 1908 concernant la législation fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques, le transport et la distribution de l'énergie électrique. Cet arrêté a été adopté par votation populaire du 25 octobre 1908.

Controle des lampes électriques. — M. le Secrétaire général informe le Comité de l'Union que l'étude de cette question sera reprise par la Commission sans doute dans le courant du mois de novembre.

Cahier des charges pour cables a haute tension. — Les documents nécessaires pour l'étude de cette question par la Commission du Syndicat professionnel des Industries électriques lui ont été communiqués et ont dû être reproduits, afin que cette Commission puisse poursuivre ses travaux.

Installations électriques a l'intérieur des maisons. — A la suite des études faites par la Compagnie Parisienne de distribution d'électricité, la Commission de Contrôle a proposé trois articles du règlement dont il est donné connaissance au Comité de l'Union.

Unification des douilles et culots de lampes. — M. Meyer-May, sollicité de donner des nouvelles sur l'avancement des travaux de cette question dans le Syndicat professionnel des Industries électriques, indique que la question sera solutionnée d'ici un mois, de manière à pouvoir faire l'objet de publication dans la *Revue*.

Unification des pas de vis. — M. Coze fait part des efforts faits par le Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz relativement à cette question qui intéresse également l'électricité. Il demande de s'en tenir à un angle de 60° et de prendre des types correspondant au système métrique. Les difficultés sont soulevées du côté anglais. M. Coze doit communiquer au Comité de l'Union des brochures relatives à cette question.

M. Meyer-May prie le Comité de l'Union de mettre à l'étude, au point de vue du droit, la question des Sociétés coopératives pour fourniture du courant électrique.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : 238-60.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1908.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2h à 4h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8h à midi et de 1h30m à 5h.

Débouchés pour le commerce français en Egypte.

Nous attirons l'attention des ***constructeurs d'appareils téléphoniques et télégraphiques et d'instruments de précision*** sur la situation actuelle du marché égyptien exceptionnellement favorable au développement du commerce français en Egypte. Nous croyons devoir leur signaler l'intérêt qu'ils auraient à essayer d'introduire sans retard leurs produits en Egypte, et à faire parcourir les principaux centres de ce pays par des voyageurs de commerce, envoyés soit individuellement, soit par un groupement de maisons.

Toutefois, nous appelons particulièrement leur attention sur ce fait que, pour arriver à un résultat intéressant, il est indispensable d'agir rapidement.

Conseil supérieur du Travail.

L'application des décrets du 10 août 1899.

Le Conseil supérieur du Travail a adopté, mais seulement par 26 voix contre 25, une motion ainsi conçue :

« Seuls pourront être adjudicataires des travaux de l'État les soumissionnaires qui appliquent à l'ensemble de leur personnel les conditions de travail prévues dans les décrets et constatées suivant les instructions contenues dans les circulaires ministérielles. »

Il a également émis le vœu que la disposition suivante, déjà appliquée dans le département de la Seine, soit introduite dans le texte des décrets :

« Le cahier des charges stipulera qu'un agent de l'Administration pourra assister à la paye des ouvriers. Le cahier des charges stipulera également que l'entrepreneur devra, à toute réquisition, communiquer à

l'Administration les feuilles de paye des ouvriers employés à l'exécution des marchés. »

Il va sans dire qu'il s'agit là uniquement de vœux contre lesquels des protestations se sont déjà fait entendre.

La proposition de loi de M. Klotz sur les Syndicats.

M. Klotz a déposé sur le bureau de la Chambre une proposition de loi « tendant à étendre les dispositions de la loi du 21 mars 1884 sur les Syndicats professionnels ».

La proposition crée la représentation du travail à deux degrés, en conservant comme base le Syndicat professionnel prévu par la loi de 1884.

Au premier degré, il maintient les Unions de Syndicats par région. Ces Unions correspondraient en plus grand aux Bourses du Travail actuelles; elles seraient élues par le suffrage universel ouvrier à raison de un délégué par mille ouvriers syndiqués ou fraction de mille ouvriers.

Au deuxième degré, M. Klotz propose d'organiser, comme organe régulateur, la Fédération nationale du Travail (F. N. T.), dont seraient membres de droit tous les présidents élus au premier degré par les Unions de Syndicats.

M. Klotz a exposé l'économie de sa proposition devant la Commission du Travail; il a déclaré qu'il n'était pas dans ses intentions de poursuivre la suppression des fédérations de métier actuellement existantes, mais de donner au monde du travail la faculté de constituer les Unions de Syndicats et une Fédération nationale sur des bases majoritaires et représentatives, créant les Chambres du Travail comme il existe des Chambres de Commerce.

Les organismes nouveaux seraient non de remplacement, mais de superposition. Quant à la personnalité civile, M. Klotz a défendu nettement le principe posé dès 1899 par le projet Waldeck-Rousseau et Millerand. Il s'est rallié aux conclusions de la Commission du travail en ce qui concerne les règles tracées par elle, relativement à la faculté d'acquérir des biens, meubles et immeubles, et de faire des actes de commerce.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation. — Loi du 15 novembre 1908 conférant aux femmes l'éligibilité aux Conseils de prud'hommes et loi du 13 novembre 1908, modifiant l'article 40 de la loi du 27 mars 1907, concernant les Conseils de prud'hommes, p. 441.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêté nommant une commission interministérielle chargée d'élaborer le texte d'une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques, p. 441.

Avis commerciaux. — Documents publiés par l'Office national du Commerce extérieur, p. 448.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale du 24 novembre 1908.

Présents : MM. Brylinski, président; Berthelot et Debray, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général; Brachet, Eschwège, Sée.

Absents excusés : MM. Tainturier, vice-président; Beauvois-Devaux, trésorier; Bizet, Mondon.

Adhésions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des demandes d'adhésion et proposer les admissions.

(*Voir* cette liste dans *La Revue électrique* du 30 octobre et du 15 novembre 1908.)

Correspondance et travaux intérieurs. — M. le Secrétaire fait part du résultat du service de placement.

Il résume la correspondance échangée avec les adhérents depuis la dernière séance relativement aux difficultés avec les clients, à la validité des permissions, à l'interprétation de traités, à la question des lampes économiques, au règlement d'eau, etc.

Le Secrétariat a eu à répondre à de nombreuses demandes concernant les frais de contrôle et les redevances en application de la loi du 15 juin 1906, ainsi qu'à la traversée des voies ferrées.

Travaux des Commissions. — M. Sée, président de la Commission d'Exploitation administrative et commerciale, dépose sur le bureau de la Chambre Syndicale une Note sur les impôts directs par M. Rosenfeld. Elle sera communiquée aux usines adhérentes.

Circulaires ministérielles (loi du 15 juin 1908). — M. le Secrétaire général communique à la Chambre Syndicale :

La circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 21 juillet 1908, relative à l'arrêté du 21 mars 1908, déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, et la circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 25 octobre 1908, relative à l'envoi des formules pour l'application de la loi du 15 juin 1906.

Ces circulaires seront reproduites dans *La Revue électrique*.

Note sur l'application de la loi du 15 juin 1906 (relativement aux redevances, frais de contrôle et formalités). — Cette Note a été envoyée à tous les membres

de la Chambre Syndicale, qui sont priés de transmettre à cet égard leurs observations au Secrétariat afin qu'elles puissent être soumises au Comité consultatif dans une prochaine séance.

Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique. — M. le Secrétaire général annonce que l'Ouvrage de M. Sirey dont il a été question dans la précédente séance doit paraître prochainement sous le titre de *Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique*.

Documents officiels. — M. le Secrétaire communique la loi du 13 novembre 1908 modifiant l'article 40 de la loi du 27 mars 1908, concernant les Conseils de Prud'hommes.

Il fait part également du décret du 16 novembre 1908 instituant un Comité de législation commerciale auprès du Ministre du Commerce et de l'Industrie, et du décret du même jour nommant les membres de ce Comité.

Il communique la proposition de loi ayant pour objet d'assurer l'assistance judiciaire devant la juridiction d'appel aux victimes des accidents du travail, présentée par M. Defontaine et ses collègues (Ch. des députés, 9 juillet 1908).

Loi suisse sur les forces hydrauliques. — M. Fontaine communique le texte précis de l'arrêté fédéral concernant la législation suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques, le transport et la distribution de l'énergie électrique, et notamment les forces hydrauliques pouvant intéresser plusieurs cantons.

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président rend compte de la séance qui a eu lieu le 21 novembre et dans laquelle ont été discutées les observations à présenter au Conseil d'État sur le projet de décret portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 17 juillet 1908 relative à l'institution des Conseils consultatifs du travail.

Divers échanges de vues ont eu lieu dans la même séance en ce qui concerne les horaires pour lesquels les organisations syndicales devront intervenir devant la Commission sénatoriale, les élections à la Chambre de Commerce et le Conseil supérieur du Travail sur lequel M. Pralon a fourni d'intéressantes données.

Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz. — M. le Secrétaire général communique les diverses questions qui ont été traitées à la réunion de cette Chambre Syndicale et qui intéressent particulièrement les usines d'électricité.

Fédération des Industriels et des Commerçants français. — M. le Secrétaire général communique le *Bulletin* de novembre 1908 de cette Fédération, qui contient notamment une étude intéressante sur les décrets Millerand relatifs aux adjudications.

Comité de défense des intérêts municipaux. — Il est donné connaissance de la lettre du 12 novembre 1908 de ce Comité concernant les charges que feraient peser sur les distributions d'eau municipales les nouvelles redevances de grande voirie s'il en était fait application.

Bibliographie. — M. le Secrétaire général dépose sur le bureau de la Chambre Syndicale un Ouvrage offert par M. Bourbeau et intitulé *L'Électricité chez soi*, dont il sera rendu compte dans *La Revue électrique* et le n° 12 de 1907 du *Bulletin de l'Office international du Travail*.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission Technique du 14 novembre 1908.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Eschwège, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; Lebaupin, secrétaire des séances; Bitouzet, Buffet, Drin, Drouin, Daguerre, Renou, A. Schlumberger.

Absents excusés : MM. Cousin, Tainturier et Weber.

M. le Président souhaite la bienvenue à M. Bitouzet, nouveau membre de la Commission, qui assure celle-ci de tout son concours.

M. le Président propose que M. Bitouzet soit adjoint comme rapporteur à M. Daguerre pour la question des postes de transformation chez les abonnés.

M. le Président soumet à la Commission diverses questions posées par les adhérents. Un membre du Syndicat demande quelle est la tolérance admise pour la tension, ainsi que pour le nombre de périodes. La Commission répond que la tolérance maxima admise est en général de 5 pour 100 en plus et de 5 pour 100 en moins.

Une question posée par un autre adhérent relativement aux appareils disjoncteurs est discutée par la Commission qui prie M. le Secrétaire de la transmettre à M. Dusaugey, particulièrement qualifié pour donner son avis. Elle rappelle qu'un concours a été institué par la Chambre Syndicale des Forces hydrauliques sur la même question. M. Dusaugey sera prié d'en faire communiquer les résultats.

En ce qui concerne une demande faite dans le département de l'Yonne, M. le Président donne connaissance des réponses qui ont été obligeamment fournies par M. Tainturier relativement à l'emploi du courant à 15 ou 25 périodes, selon les conditions d'emploi pour l'éclairage ou pour la force motrice.

Circulaires ministérielles. — M. Brylinski communique à la Commission la circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 21 juillet 1908, relative à l'arrêté du 21 mars 1908 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique et la circulaire du 25 octobre 1905 relative à l'envoi de formules pour l'application de la loi du 15 juin 1906.

Ces documents seront reproduits dans *La Revue électrique*.

Instructions pour la réception des machines et transformateurs électriques (M. Renou, rapporteur). — M. Renou expose l'état de ses pourparlers avec M. de France, rapporteur du Syndicat professionnel des Industries électriques. Il indique les quelques points sur lesquels il y a encore des divergences. La Commission examine ces points et charge M. Renou d'en poursuivre l'étude avec M. de France, en vue d'arriver à une entente prochaine.

ASSOCIATION POUR L'ACHAT EN COMMUN DES LAMPES A INCANDESCENCE. — M. le Secrétaire indique que M. Dusaugey, rapporteur de la Commission intersyndicale, doit venir prochainement à Paris et que les travaux de la Commission seront repris à ce moment.

INSTRUCTIONS POUR LA CONDUITE ET L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — Cette question sera examinée dans la prochaine séance et discutée, même en l'absence des rapporteurs.

TRAVERSÉE DES VOIES FERRÉES. — M. Schlumberger remet son Rapport sur cette question. Ce Rapport sera reproduit pour être communiqué en première lecture à la Commission dans sa prochaine séance.

ÉTABLISSEMENT DE POSTES DE TRANSFORMATEURS. — M. Daguerre, rapporteur, met la Commission au courant de l'état de ses études.

UNIFICATION DES DOUILLES ET CULOTS DE LAMPES. — M. le Président indique qu'il a été annoncé dans la dernière séance de l'Union des Syndicats de l'Électricité que la question serait définitivement résolue dans un délai prochain, de façon à établir une entente définitive entre les deux Syndicats.

MESURES A PRENDRE SUR LES LIGNES TÉLÉPHONIQUES. — M. le Président donne connaissance de la lettre de M. Dusaugey du 11 novembre relative à cette question.

La Commission prie M. le Secrétaire d'exprimer à M. Dusaugey tous ses remerciments et demande que cette notice soit reproduite comme annexe au procès-verbal.

EMPLOI DU COURANT DE JOUR. — M. le Président donne connaissance de la lettre de M. Lebrun relative à l'emploi du courant de jour. Toutes les communications seront renvoyées à M. Cousin, rapporteur.

INSTRUCTIONS SUR LE MONTAGE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — Ces instructions provenant d'associations isolées sont notées par la Commission et leur étude est renvoyée à une époque ultérieure lorsque la réglementation aura été définitivement arrêtée.

RETOUR PAR LA TERRE. — M. le Président présente à la Commission le rapport sur les expériences exécutées entre Lancey et Grenoble en 1906-1907 et la remarquable étude de MM. Harlé, Brylinski et Barbillion.

M. le Président exprime toutes ses félicitations à M. Brylinski et le prie de les transmettre à ses collègues.

QUESTIONS DIVERSES. — Après différents échanges de vues sur les nouvelles lampes à filament métallique, la Commission envisage les diverses questions pouvant être mises à l'étude, celle de l'emploi d'appareils pour le contrôle de la chauffe dans les usines génératrices pourra être utilement renvoyée par la Commission à MM. Della Riccia et Nicolini.

M. Drin attire l'attention de la Commission sur l'intérêt que peuvent présenter les turbines à gaz et donne différents détails à ce sujet.

M. Drin et M. Lebaupin attirent également l'attention de la Commission sur le contrôle des compteurs d'usine et les difficultés de bien organiser ce contrôle. Ils pourront fournir dans une séance ultérieure des données utiles à ce sujet.

M. le Président rappelle qu'il y a également à l'étude un rapport de M. Tainturier relatif à l'incinération des gadoues et à la monographie d'une usine de ce genre dans les environs de Paris.

Avant de se séparer, la Commission indique que, dans la prochaine séance, elle discutera d'abord le rapport de M. Schlumberger sur la traversée des voies ferrées, le rapport sur la conduite et l'entretien des installations électriques.

Note de M. Dusaugey sur les précautions à prendre sur les lignes téléphoniques.

Je me fais un plaisir de vous adresser ci-après les renseignements que désire avoir la Commision Technique sur les mesures de précaution que nous avons prises pour nos lignes téléphoniques.

Les lignes téléphoniques de notre réseau général à 13500 volts sont placées sur les mêmes supports que les lignes d'énergie et au-dessous de ces dernières. Elles sont en bronze siliceux de 25 pour 100 et posées sur des isolateurs habituellement en usage pour des lignes à 5000 volts. Les trois fils font une rotation complète d'un tour entre trois poteaux, c'est-à-dire en deux portées, et cette rotation se poursuit sur toute la longueur de la ligne. Les fils d'énergie font une rotation d'un tour tous les 7^{km} environ.

La liaison des lignes aux appareils récepteurs se fait par l'intermédiaire de transformateurs dont les enroulements sont isolés pour 25000 volts entre primaire et secondaire d'une part et entre enroulement et masse d'autre part. A chaque transformateur est adjoint un fusible, un parafoudre et un interrupteur, ces trois appareils étant combinés en un seul.

Le poste téléphonique proprement dit est un poste monophone 7 M avec magnéto.

Dans l'installation de chaque poste, les appareils susceptibles de s'enflammer en cas de contact avec la haute tension sont placés aussi haut que possible, au-dessus de la tête de l'opérateur, à un mètre au moins.

Tous les appareils du poste, sonneries, commutateurs, relais, poste téléphonique, sont montés sur isolateurs accordéon du modèle que nous utilisons habituellement pour 13500 volts. L'opérateur est placé sur un tabouret isolant muni des mêmes isolateurs accordéon que ci-dessus et toutes dispositions sont prises pour que l'opérateur ne puisse, par inadvertance, toucher aucun mur ni objet qui ne soit isolé de la terre.

Ces dernières précautions constituent un surcroît de précaution, puisque l'isolement du transformateur téléphonique suffit à lui seul à procurer la sécurité.

Dans le cas de postes multiples, pour éviter l'emploi d'autant de transformateurs téléphoniques qu'il y a de lignes, ce qui serait coûteux, les sonneries à voyants et commutateurs sont placées en amont du transformateur téléphonique unique. Les voyants et commutateurs sont manœuvrés à distance à l'aide d'une canne isolante par l'opérateur placé sur son tabouret isolant.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 30 novembre 1908.

Membres actifs.

MM.

BRESSOT (Joseph), Directeur des Tramways électriques de l'Yonne, 34, rue Alexandre-Marie, à Auxerre (Yonne), présenté par MM. Rouillé et Fontaine.

DANON (André), Directeur de la Station centrale d'Électricité de Bolbec, à Bolbec (Seine-Inférieure), présenté par MM. H. Meyer et F. Danon.

DAVY (Jean), Électricien, à Pocé (Indre-et-Loire), présenté par MM. Fontaine et Roger.

LEVAVASSEUR (Edouard), Chef du service électrique à l'usine des Hauts Fourneaux de Saulnes, à Saulnes (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Brylinski et H. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

BILLOT (Jules), Électricien, 34, rue Carnot, à Montreuil-sous-Bois, présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

FRANÇOIS (Alfred), Mécanicien électricien, 49, rue Damrémont, Paris, présenté par MM. Fontaine et Lacome.

Usines.

Usine électrique de Bolbec, à Bolbec (Seine-Inférieure).

Société électrique de Pocé, à Pocé (Indre-et-Loire).

Compte rendu bibliographique.

L'éclairage privé et la force motrice dans le droit privé (gaz, acétylène, électricité), par M. Étienne CARPENTIER, docteur en droit, avocat à la Cour d'appel de Paris. 1 vol., 1908, à la librairie Larose et Tenin, 22, rue Soufflot, Paris.

M. Étienne Carpentier, avocat à la Cour d'appel de Paris, vient d'écrire un livre fort intéressant sur l'éclairage privé et la force motrice dans le droit privé. L'auteur s'est proposé de donner pour objet à son travail l'étude de l'éclairage par le gaz, l'électricité et l'acétylène, mais en la limitant, dans la mesure du possible, à l'éclairage privé. Nous entendons par là que, sans négliger absolument les considérations relatives à l'éclairage des voies et des monuments publics, il ne leur a fait du moins qu'une place secondaire et accessoire, pour s'attacher principalement à l'examen des questions soulevées, au point de vue civil, par l'utilisation d'un de ces procédés d'éclairage dans les propriétés particulières.

Après avoir consacré le premier chapitre à l'historique du gaz, de l'électricité et de l'acétylène et à une étude comparative des avantages des trois procédés, M. Étienne Carpentier a étudié dans les chapitres suivants leur nature juridique et a consacré un aperçu sommaire aux entreprises d'éclairage, pour aborder ensuite l'objet principal de son traité, c'est-à-dire l'éclairage privé sous ses différentes formes; il a étudié la question sous quatre faces principales : lorsqu'il n'y a pas de concession et qu'on ne fait pas usage de la voie publique; lorsqu'il n'y a pas de concession, mais qu'on utilise la voie publique, lorsqu'il y a concession et qu'on n'utilise pas la voie publique; enfin, lorsqu'il y a concession et qu'on utilise les voies publiques. L'auteur a indiqué les différentes prescriptions applicables dans ces divers cas et notamment celles de la loi du 15 juin 1906.

La suite de l'Ouvrage est consacrée à l'étude de la concession dans ses rapports avec le public, et notamment en ce qui concerne les rapports du concessionnaire et de l'abonné, la nature du contrat de fournitures, les droits et obligations réciproques des parties, la théorie du minimum de consommation, le payement du prix, la fourniture des appareils et les sanctions du contrat.

L'ouvrage se termine par une étude sur les installations de gaz, d'acétylène et d'électricité dans leurs rapports vis-à-vis de certains tiers, notamment en ce qui concerne l'application des dispositions de la loi du 15 juin 1906 relative à la déclaration d'utilité publique, et par un aperçu sur les questions relatives aux droits et obligations réciproques des bailleurs et des locataires, en ce qui concerne l'emploi des procédés d'éclairage, sur les droits des voisins en cas d'abus de voisinage (bruit, odeur, fumée, etc.), sur les accidents et sur les assurances.

Sous cet aspect nouveau, l'Ouvrage de M. E. Carpentier présente, au point de vue pratique, un réel intérêt et nous pensons qu'il est appelé à être consulté avec avantage aussi bien par les concessionnaires d'éclairage que par les abonnés et les industriels s'éclairant eux-mêmes.

Bibliographie.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Usine génératrice à vapeur de 100 000 kilowatts de la Edison Company, à Chicago. — L'énergie nécessaire à l'éclairage électrique et à la force motrice dans la ville de Chicago, à l'exception de l'éclairage public, est entièrement fournie par la Edison Company, qui alimente, en outre, les métropolitains aériens et plusieurs chemins de fer interurbains.

La distribution de cette énergie est faite par un réseau primaire très étendu, alimenté sous forme de courants triphasés, 9000 volts, 25 p : s, par trois usines génératrices et desservant 46 sous-stations de transformation, dont 35 appartiennent à la Compagnie Edison et 11 à différentes compagnies de traction.

Les sous-stations de traction sont équipées de commutatrices donnant du courant continu, 600 volts; la puissance de ces commutatrices atteint 50 000 kilowatts; des batteries d'accumulateurs, d'une puissance de 4700 kilowatts au régime de décharge en 1 heure, complètent leur installation. Quant aux sous-stations d'éclairage et de force motrice, les unes renferment des commutatrices qui alimentent un réseau à courant continu, à 115/230 volts, desservant le centre de la ville; les autres, des convertisseurs de fréquence fournissant des courants triphasés à 60 p : s, alimentant un réseau de banlieue à quatre fils, avec 3800 volts entre phases et 2200 volts entre chaque fil de phase et le fil neutre; quelques-unes renferment à la fois des commutatrices et des convertisseurs de fréquence, la partie centrale de la ville étant desservie non seulement au moyen de courant continu, mais encore de courant alternatif à 60 p : s. La puissance totale des commutatrices de ces stations s'élève à 50 700 kilowatts et celle des convertisseurs de fréquence est de 21 300 kilowatts; des batteries d'accumulateurs, d'une puissance de 18 300 kilowatts, complètent l'équipement des sous-stations à courant continu.

Les trois usines alimentant le réseau primaire sont d'importance bien différente. La plus centrale, l'usine de Harrison Street, a une puissance de 18 000 kilowatts; une autre, la plus éloignée du centre de densité de la distribution, l'usine de la 36e avenue, n'a qu'une puissance de 3000 kilowatts; par contre, la troisième, l'usine de Fisk Street, dont les figures 1 et 2 donnent une vue d'ensemble et une coupe transversale, est des plus importantes, la puissance normale des groupes qui y sont actuellement installés atteignant 68 000 kilowatts et cette puissance pouvant être élevée, au moment des pointes, jusqu'à 98 250 kilowatts.

Cette dernière usine, commencée en 1903, avait été prévue pour quatorze groupes turbo-alternateurs de 5000 kilowatts. Dès le mois d'octobre de la même année, un des groupes était mis en exploitation et deux autres groupes du même modèle étaient installés en 1904; l'année suivante, l'usine s'augmentait d'un nouveau groupe d'une même puissance nominale, mais pouvant supporter une plus forte surcharge que les trois premiers. Depuis, six nouveaux groupes, ayant chacun une puissance nominale de 8000 kilowatts, ont été ajoutés. Au moment des pointes, ces derniers peuvent fournir 13 000 kilowatts, les trois premiers 6250 kilowatts et le quatrième 7500 kilowatts, ce qui permet d'obtenir, ainsi qu'il est dit plus haut, 98 250 kilowatts en surcharge.

Ajoutons, avant de passer à la description des diverses parties de cette importante usine, que la consommation de vapeur des turbines Curtis, installées en dernier lieu, est très notablement inférieure à celle des turbines de 1903 et 1904. En effet, tandis que celles-ci consommaient, aux essais, $10^{kg},4$ de vapeur par kilowatt-heure, les turbines de 8000 kilowatts n'ont consommé que $6^{kg},25$ par kilowatt-heure.

Dispositions générales. — L'usine de Fisk Street est remarquablement située (*fig.* 3). Elle se trouve en effet bordée d'un côté par la rivière de Chicago, de deux autres côtés par des canaux aboutissant à cette rivière, et le quatrième côté est relié par de nombreuses voies aux différents réseaux de chemins de fer.

D'une manière générale, le charbon est amené à l'usine sur wagons; le transport par eau n'est employé que rarement et à titre de secours. Un grand espace, laissé libre à côté de l'usine, sert en outre à la formation d'un parc à charbon.

L'eau servant à assurer le service de condensation est amenée aux différentes pompes desservant les condenseurs par un tunnel établi sur toute la longueur de l'usine. Ce tunnel prend l'eau dans l'un des canaux avoisinant l'usine en amont de cette dernière et la rejette en aval dans le même canal.

Les turbines s'étendent dans la salle des machines sur une seule rangée orientée du Nord au Sud, et chaque unité est desservie par une batterie de chaudières perpendiculaire à la salle des turbines, et suffisante pour alimenter en vapeur l'unité correspondante. Cette dis-

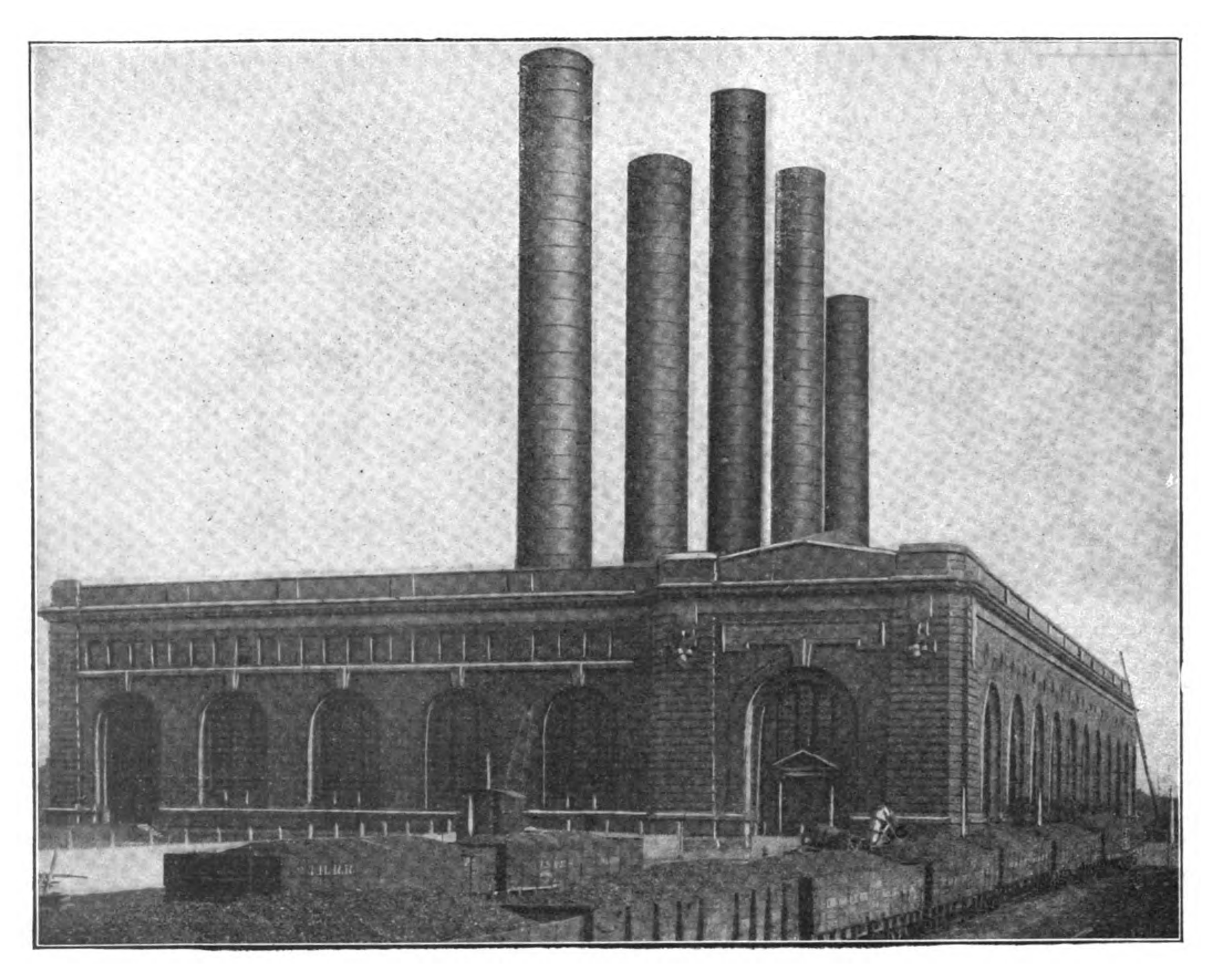


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'usine de Fisk Street.

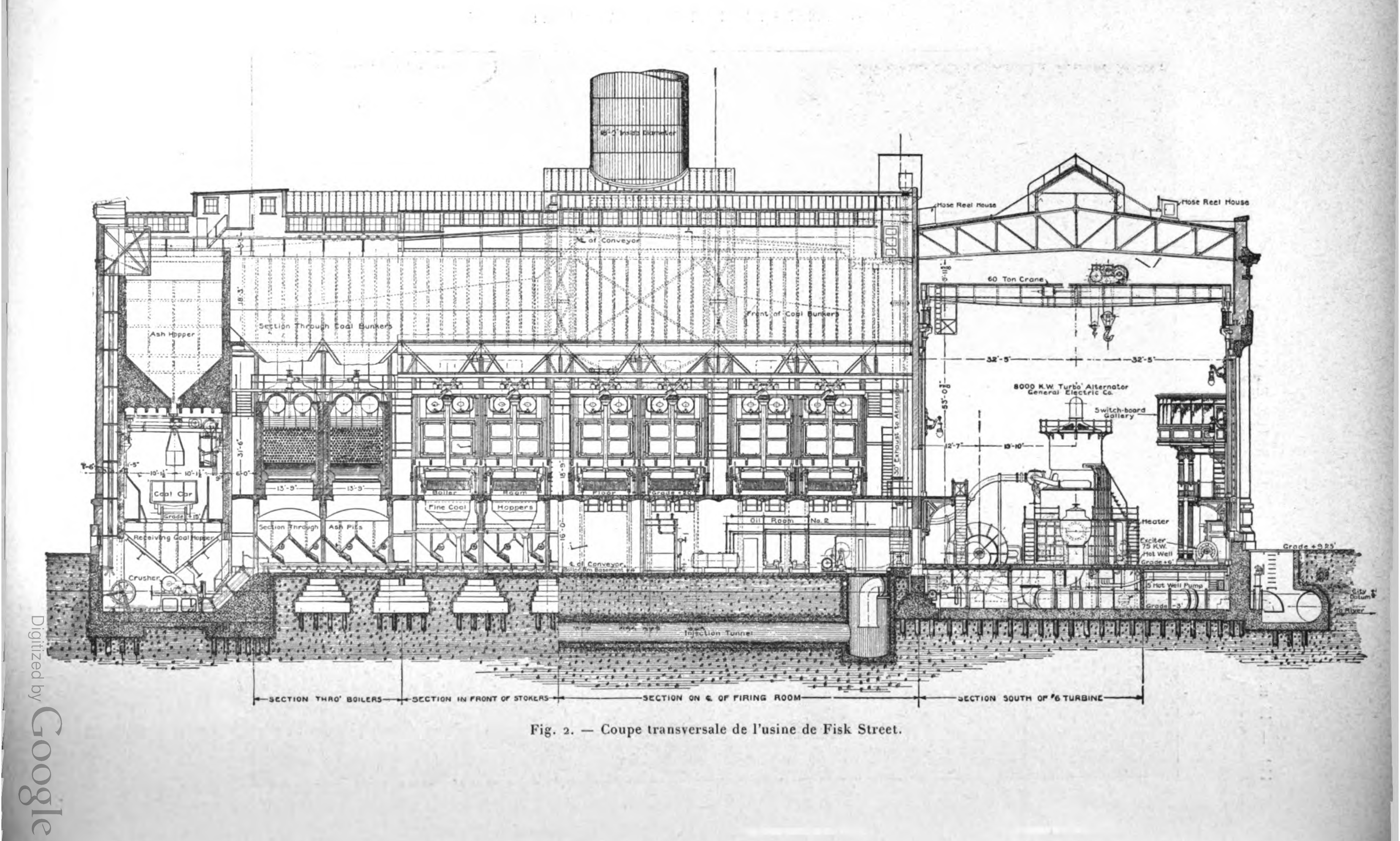


Fig. 2. — Coupe transversale de l'usine de Fisk Street.

position a permis de simplifier considérablement les manutentions de combustibles, et de réduire au minimum les tuyauteries générales de vapeur et d'eau.

Chaufferie. — Le charbon est amené sur wagons dans un couloir parallèle à la salle des turbines, et des-

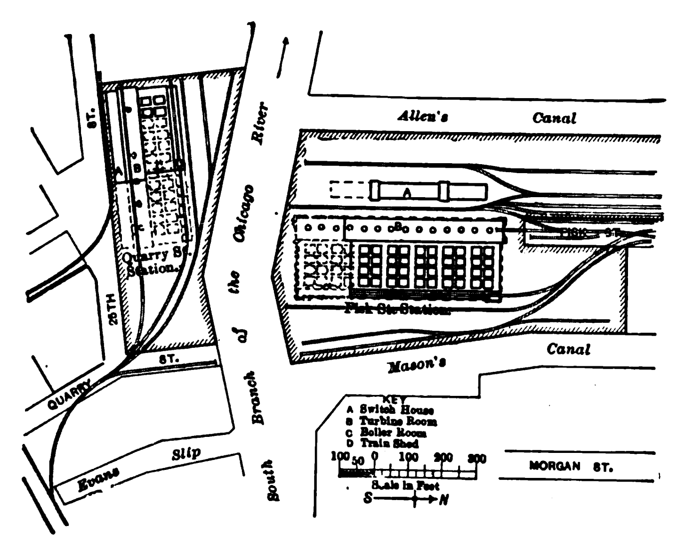


Fig. 3. — Implantation de l'usine de Fisk Street.

servant toutes les batteries de chaudières. Lorsqu'il est possible de disposer de wagons à renversement, le charbon est simplement déversé dans des silos, d'où il est repris par des convoyeurs qui le transportent jusque dans les trémies placées au-dessus de chaque rangée double de chaudières. Lorsqu'il n'est pas possible de disposer de wagons à renversement, ce qui arrive fréquemment par suite de tonnage considérable, les wagons sont déchargés par palans transbordeurs munis de bennes automatiques et représentés figure 4. Dans ce dernier cas, le déchargement n'est pas complètement automatique. Des soutiers sont en effet indispensables pour procéder au déchargement des coins des wagons où les bennes automatiques ne peuvent pas parvenir.

Chaque rangée double de chaudières est desservie par deux convoyeurs, dont l'un pour le charbon et l'autre pour les cendres.

Les trémies, placées dans la chaufferie au-dessus des chaudières, peuvent contenir à elles seules une provision de charbon de 10000 tonnes. Chaque convoyeur peut transporter environ 75 tonnes à l'heure.

La consommation journalière de cette usine est d'environ 1500 tonnes.

Chaque rangée simple de chaudières, desservant chaque turbine, comporte huit chaudières du type aquatubulaire, munies de foyers automatiques. Chaque chaudière a une surface de chauffe de 475^{m^2}. Le taux envisagé habituellement de $0^{m^2},75$ de surface de chauffe par cheval effectif ne correspondrait donc, dans le cas présent, qu'à une puissance de 5200 chevaux pour chaque groupe de huit chaudières. Ce taux est, en réalité, réduit de moitié dans le cas présent, grâce aux conditions de fonctionnement des chaudières et à la faible consommation de vapeur des turbines, puisqu'il est possible d'alimenter, par un groupe de huit chaudières, une turbine de 8000 kilowatts de puissance normale pouvant fournir en pointes 12000 kw.

La surface de grille des chaudières alimentant les turbines n°s 1, 2 et 3 est de $7^{m^2},10$ pour une surface de chauffe de 475^{m^2}; pour la turbine n° 4, les chaudières ont une surface de chauffe de 772^{m^2}; pour les turbines numérotées de 5 à 10, qui ont une puissance nominale de 8000 kilowatts, les chaudières ont une surface de grille de $8^{m^2},33$. Ces chaudières fonctionnent d'ailleurs généralement en surcharge.

La pression de régime est de 14 kg : cm². Les chaudières sont munies chacune d'un surchauffeur ayant une surface de chauffe de 83^{m^2}, et permettant de surchauffer de 150° C. la totalité de la vapeur produite.

Ces chaudières sont capables de fournir de très fortes surcharges, atteignant 150 à 200 pour 100 de leur production normale, et il semble que le rendement à cette marche poussée est beaucoup meilleur qu'en marche normale; le seul inconvénient est que la température des gaz à la sortie des chaudières est élevée.

Le charbon, employé normalement, contient 15 à 20 pour 100 de cendres et 13 à 29 pour 100 de matières volatiles. Sa puissance calorique est de 5800^{cal}.

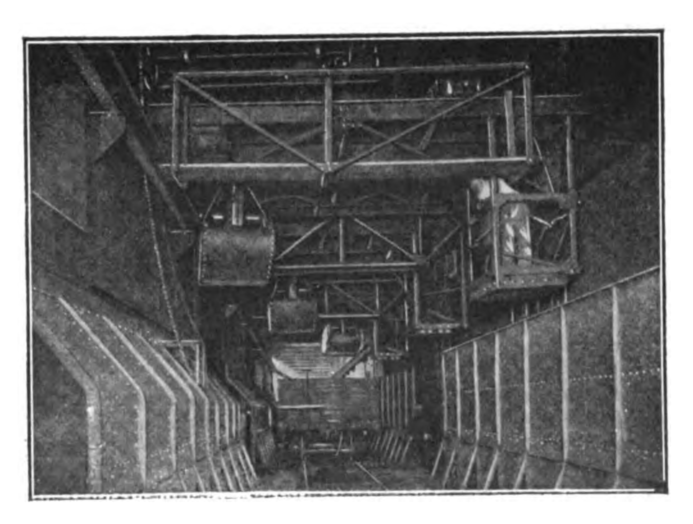


Fig. 4. — Palans transbordeurs.

En exploitation normale on varie le nombre de turbines en service, de manière que chacune d'elles soit au voisinage de sa pleine charge; les chaudières non en service, qui doivent fournir de la vapeur au moment des pointes, sont maintenues sous pression avec les feux bas. D'une manière générale, on se sert le plus

11...

souvent possible des turbines les plus récemment installées dont le rendement est le meilleur, tandis que les premières ne sont mises en service qu'au moment des pointes.

La consommation moyenne de charbon par kilowatt-heure et par journée de 24 heures, dans les conditions énumérées ci-dessus, c'est-à-dire comprenant le combustible nécessaire tant à l'alimentation des chaudières en service qu'au maintien sous pression des chaudières en attente, est de $1^{kg},5$.

Chaque rangée de chaudières dessert une turbine par un seul collecteur de vapeur.

Les tuyauteries sont, en outre, prévues pour que deux rangées de chaudières puissent être connectées ensemble, mais les groupes de deux rangées de chaudières ainsi constitués ne peuvent jamais être réunis entre eux. De cette façon, l'usine est complètement sectionnée et une avarie survenant à la tuyauterie d'une turbine ne saurait, en aucun cas, empêcher le fonctionnement des autres.

Le tirage de chaque groupe de deux rangées de chaudières est assuré par une cheminée cylindrique en ciment armé. Trois de ces cheminées ont 70^m de hauteur et $5^m,75$ de diamètre intérieur. Les deux autres cheminées n'ont que 60^m de hauteur.

Salle des machines. — Une vue de cette salle est donnée par la figure 5.

Le service de graissage pour les pivots est assuré de

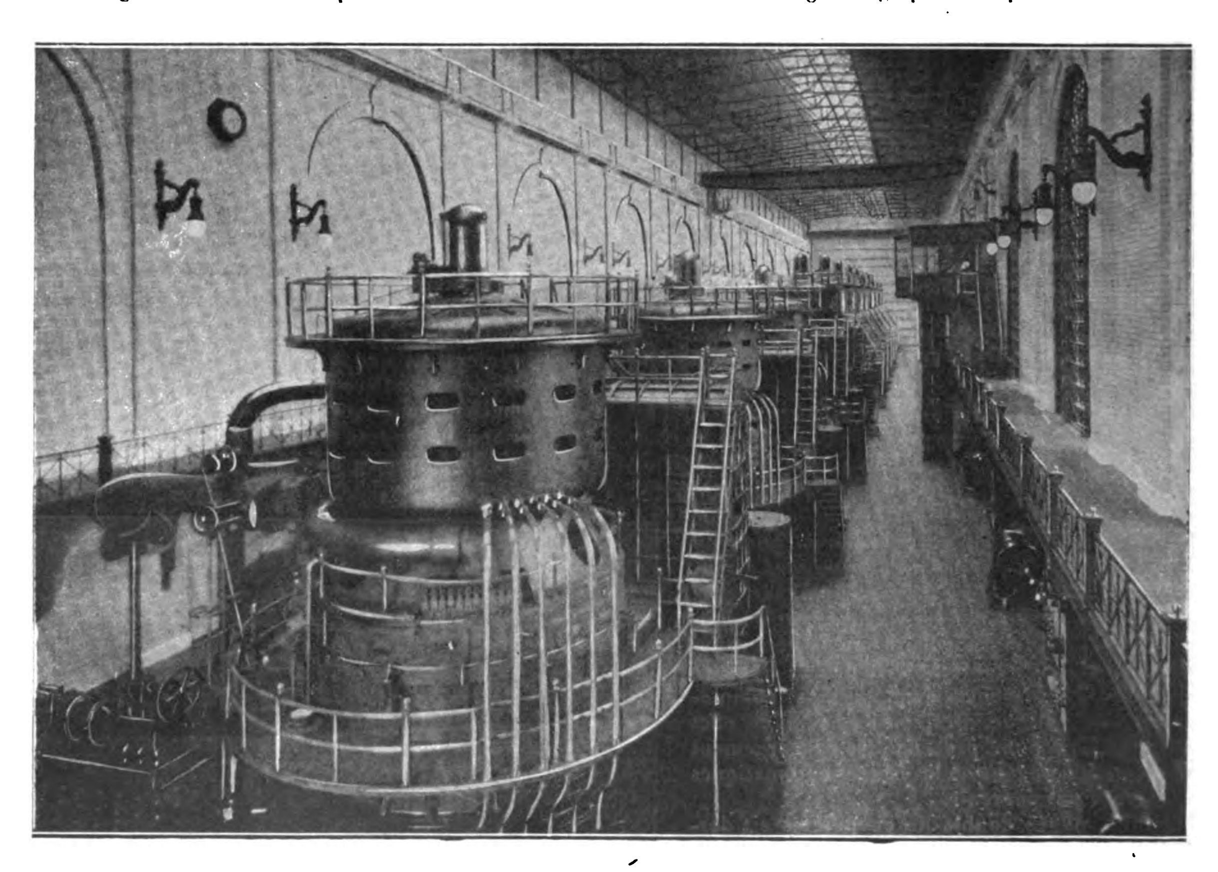


Fig. 5. — Salle des turbines de l'usine de Fisk Street.

la façon suivante : chaque groupe de deux turbines possède un groupe de deux pompes dont l'une doit servir de rechange, ainsi qu'un accumulateur d'huile et un filtre réservoir; lorsque la pression de l'accumulateur, après sa mise en service, descend au-dessous d'un point déterminé à l'avance, une pompe à huile de secours, commandée par moteur électrique, est automatiquement mise en route.

Les cinq dernières turbines installées, de 8000 kilowatts de puissance nominale individuelle et pouvant fournir 12000 kilowatts pendant les pointes, sont des turbines Curtis à cinq étages tournant à 750 tours par minute.

La figure 6 représente l'une de ces turbines avec ses accessoires. Ces turbines, du type à arbre vertical, ont une hauteur totale au-dessus du sol de $10^m,40$ (y compris le condenseur).

Les régulateurs sont du type à servo-moteur à huile. Les condenseurs du type à surface forment la base de chaque turbine. Ils ont une surface réfrigérante de 2320^{m^2}, et peuvent condenser 98000^{kg} de vapeur à l'heure.

Chaque unité est munie de son condenseur, de son réchauffeur d'eau d'alimentation, ainsi que de ses pompes d'alimentation. Une pompe à eau chaude, type turbine, représentée par la figure 7, extrait l'eau de condensation

des condenseurs et la renvoie au réchauffeur d'eau d'alimentation. Cette pompe est du type turbine à arbre

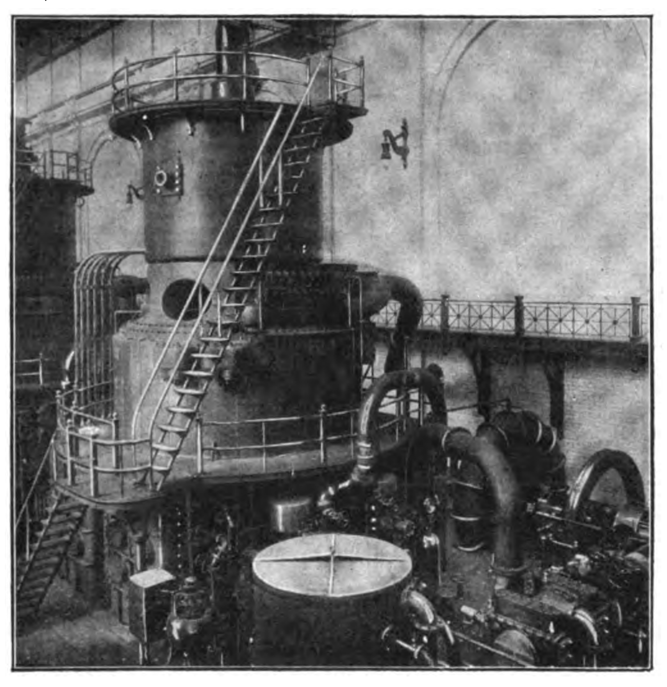


Fig. 6. — Vue d'une turbine et de ses accessoires.

vertical à deux étages, commandée par un moteur à courant continu d'une puissance de 20 chevaux. La pompe à air sec et la pompe de circulation sont commandées par une machine tournant à 75 tours par minute.

La pompe de circulation, du type Worthington, peut débiter 85000^{l} d'eau par minute.

L'alimentation des chaudières desservant chaque unité est assurée par deux pompes verticales à simple effet et pouvant débiter 2200^{l} d'eau par minute.

Le réchauffeur d'eau d'alimentation a 280$^{m^2}$ environ de surface de chauffe et peut élever de 55° la température de 75000^{l} d'eau par heure.

L'espace occupé, en moyenne, dans la salle des machines par chaque turbine et tous les appareils accessoires nécessaires à son bon fonctionnement est de 25$^{m^2}$ environ. Il est, en outre, installé dans la salle des machines deux ponts roulants de 21^{m} de portée, dont l'un est de 50 tonnes et l'autre de 60.

Installations électriques. — Le schéma général des connexions à haute tension de l'usine de Fisk Street est représenté figure 8. Il a été établi pour l'usine telle qu'elle est prévue à quatorze unités.

Ce schéma montre que les dispositions adoptées pour les connexions des quatre premières unités de 5000 kilowatts sont différentes de celles adoptées pour les unités de 8000 kilowatts.

Les quatre premières unités sont connectées, par l'intermédiaire d'un interrupteur à huile, à une courte barre-omnibus appelée *barre d'alternateur*. Cette barre d'alternateur est reliée par l'intermédiaire de trois interrupteurs à huile, en premier lieu à une barre desservant le groupe de quatre alternateurs et appelée *barre de section*, en deuxième lieu aux barres de couplage qui s'étendent tout le long de l'usine, et en troisième lieu à des barres de départs. Ces dernières barres sont, en réalité, des barres de feeders sectionnées, sur lesquelles sont branchés des interrupteurs à huile desservant les feeders qui partent de l'usine. Chacune de ces barres de départs dessert quatre feeders et les dispositions adoptées permettent d'alimenter directement chacun d'eux, soit par un alternateur déterminé, soit par les barres de section ou par n'importe quel groupe d'alternateurs, par l'intermédiaire des barres de couplage.

Pour ce qui concerne les unités de 5 à 10, les dispositions adoptées sont différentes.

Chaque alternateur est desservi par deux interrupeurs à huile dont l'un permet de le connecter directement aux barres de couplage et l'autre à la barre d'alternateur. Sur cette barre d'alternateur sont branchés quatre interrupteurs à huile; deux de ces interrupteurs permettent de relier cette barre aux barres de feeders, la troisième la relie à une barre de section, et la quatrième aux barres de couplage.

La commande de tous les interrupteurs placés sur les circuits des alternateurs se fait d'un panneau de

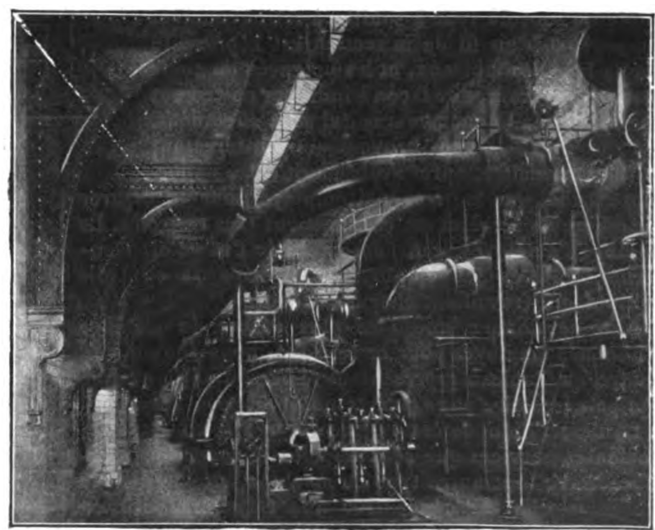


Fig. 7. — Pompe à eau, type turbine.

contrôle situé sur une passerelle dans la salle des turbines; au contraire, les poignées de commande de tous les interrupteurs et instruments de mesure placés sur

les départs de feeders sont situées dans un poste annexe; la figure 9 donne une vue en coupe de ce poste annexe.

Toutes les barres-omnibus, interrupteurs à huile et appareils de mesure, ainsi que le tableau proprement dit, sont placés dans ce poste.

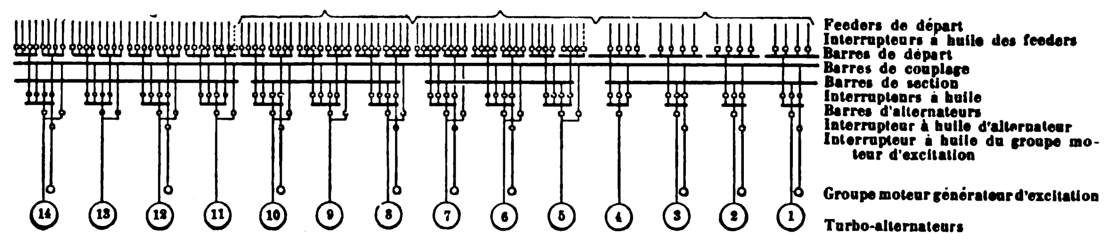


Fig. 8. — Schéma général des connexions à haute tension.

Au premier étage, sont situées les cellules des barres-omnibus et les transformateurs d'appareils de mesure.

Au deuxième étage, sont situés les interrupteurs à huile avec leurs relais, les instruments de mesure et le tableau.

En outre, afin de faciliter les manœuvres, les connexions reliant les interrupteurs à huile aux barres-omnibus situées à l'étage en dessous, sont figurées en lignes blanches sur la mosaïque du plancher de la salle des interrupteurs.

Cette disposition fait qu'il est inutile pour les employés de pénétrer dans les niches des barres-omnibus pour suivre les différents circuits.

Enfin, au dernier étage de ce poste, sont situées les batteries d'accumulateurs de secours pour le service d'excitation et l'alimentation des relais, ainsi que les logements, réfectoires, etc., pour les différents employés de l'usine.

D'une façon générale, tous les relais des interrupteurs sont du type à soufflet à action différée. Le schéma à un fil de la section est représenté sur la face des tableaux, et les poignées de commande sont placées de façon à indiquer nettement sur ce schéma les manœuvres qui sont effectuées.

Personnel. — Il est, croyons-nous, intéressant de faire connaître, après avoir décrit cette importante usine, que le personnel employé pour en assurer les différents services est relativement très restreint. Le nombre d'employés pour l'ensemble de l'usine est d'environ 300. Ces 300 employés sont répartis en trois équipes qui travaillent chacune 8 heures.

Afin de donner une idée plus exacte du nombre d'hommes employés pour cette usine, nous donnons ci-contre un Tableau représentant le personnel de chaque équipe nécessaire pour chaque unité de 8000 kilowatts.

La description de cette usine prouve à nouveau les immenses services que sont appelées à rendre les turbines. Avec tout autre type de machine, en effet, il eût été impossible de concentrer une telle puissance en une seule usine de dimensions aussi restreintes, d'en assurer le service avec un personnel aussi peu nombreux, et dans des conditions économiques auss favorables.

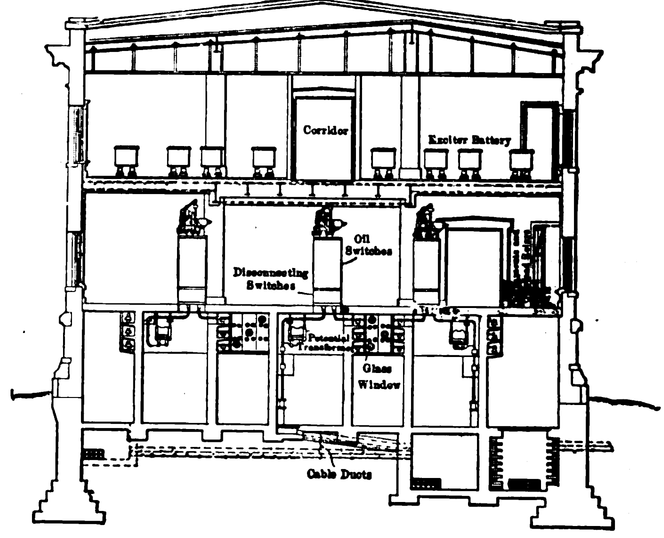


Fig. 9. — Vue en coupe du poste annexe.

	Nombre d'hommes employés par unité de 8000 kws.
Dans la salle des turbines......	2
Pour le graissage..............	1
Service d'alimentation..........	0,5
Service d'incendie..............	2
Manutention de charbon	2
Service du tableau	0,5
Manœuvres....................	0,2

Il y a en plus de ce personnel :

1 chef mécanicien ;
2 chefs mécaniciens adjoints;
1 chef électricien ;
2 chefs électriciens adjoints;
1 chef de chauffe et 1 contremaître pour les manutentions de charbon.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

LIGNES DE TRANSMISSION.

Sur l'emploi de la terre comme partie d'un circuit électrique, par M. E. BRYLINSKI, directeur de la Société « Le Triphasé ». (Rapport fait au Congrès international des Applications de l'Électricité de Marseille.) — 1. Cette question est presque aussi vieille que l'électricité, car il y a trois quarts de siècle que la télégraphie fait usage de la terre comme retour du courant, n'ayant ainsi à employer qu'un conducteur par ligne dans le cas général.

Il était naturel que la même solution vînt à l'esprit de ceux qui eurent successivement à appliquer d'autres propriétés de l'énergie électrique, mais le résultat fut loin d'être aussi favorable.

Le téléphone vint d'abord; mais sa sensibilité, égale à 10000 fois environ celle des appareils télégraphiques Morse, rendit promptement insupportables les perturbations provenant du sol terrestre, et presque toutes les lignes téléphoniques sont aujourd'hui à circuit métallique complet.

Puis vinrent les tramways à fil aérien, qui eurent à l'origine la prétention de faire le retour de leur courant par les rails. Mais on ne tarda pas à constater qu'une partie notable de ce courant revenait par la terre, causant en chemin de nombreuses perturbations aux télégraphes, téléphones et conduites de toute nature.

Aussi, lorsque commença à se répandre la distribution de l'électricité pour la lumière, puis pour la force motrice des ateliers, le premier soin de l'État, possesseur du monopole de la transmission des signaux, fut de défendre son exploitation en interdisant absolument aux nouvelles distributions d'employer la terre comme partie de circuit.

Cette défense fut pendant longtemps observée sans que nul ne songeât à l'enfreindre. Cependant les distributions étendaient d'année en année leur rayon d'action, et, vers 1902, un industriel osa demander l'autorisation d'exploiter une ligne unifilaire à courant continu de haute tension et de grande longueur avec retour par la terre.

Le problème était posé avec franchise. L'État estima qu'il était trop important pour être écarté par la question préalable, et autorisa le Comité d'Électricité à entreprendre avec son appui une série d'essais pour tenter d'éclairer la question. De leur côté, les électriciens suisses se livraient un peu plus tard à d'intéressantes expériences. C'est le résultat de ces essais que nous allons sommairement rapporter.

2. Mais il convient auparavant d'insister sur l'intérêt que présente ce problème pour les futures grandes lignes de transport d'énergie électrique.

L'économie qui résulte du retour par la terre peut devenir considérable : en effet, à égalité de perte de charge, le poids du cuivre de la ligne est réduit au quart, le prix des isolateurs à moitié; la hauteur, la résistance et le prix des appuis peuvent être notablement moindres, les difficultés d'isolement sont bien diminuées et les chances de court-circuit presque supprimées.

Pour une ligne de 600^{km} en câbles aériens de 50^{mm^2} à double fil ou 25^{mm^2} avec retour par la terre, la seule économie de cuivre serait de

$$\frac{3}{2} \times 600 \times 467,775 = 421\,000^{kg} \ (^1),$$

soit, à 2^{fr} le kilogramme, une économie de cuivre de 842000^{fr}. L'ensemble des autres réductions corrélatives porterait probablement la somme économisée à plus d'un million de francs.

Si la ligne transporte 50 ampères de courant continu à 60000 volts au départ, la perte de charge sera égale à

$$1200 \times 16,65 = 20\,000 \text{ volts} \ (^2),$$

et la puissance à l'arrivée ne sera plus que de 2000 kilowatts. L'économie réalisée sera donc de l'ordre de 500^{fr} par kilovatt transporté; elle représente, pour une annuité d'intérêt, amortissement et entretien égale à 12 pour 100, soit 60^{fr}, et une utilisation moyenne annuelle de 1500 heures, une économie de *quatre* centimes par kilowatt-heure à l'arrivée en haute teusion, soit, en tenant compte des diverses transformations et pertes inhérentes à la distribution, de 6 à 8 centimes par kilowatt-heure vendu. Si l'on admet, prenant ainsi une hypothèse quelconque pour fixer les idées, que le kilowatt-heure à l'arrivée en haute tension puisse être payé à raison de 11 centimes pour cette utilisation moyenne annuelle, on voit quelle proportion considérable représenterait une économie de 4 centimes.

L'économie serait moindre pour une tension plus élevée, qu'il serait cependant difficile d'introduire dans l'intérieur des villes, de sorte qu'il y aurait lieu d'envisager une transformation supplémentaire à l'arrivée, et par conséquent une réduction du prix du kilowatt-heure à l'arrivée. Par contre, on ne pourrait songer à construire une ligne de 600^{km} pour transporter 2000 kilowatts, mais seulement pour des puissances *beaucoup*

(1) Un câble de 50^{mm^2} de section pèse $467^{kg},775$ par kilomètre. Si l'on fait le retour par la terre, on économise d'abord le conducteur de retour; en outre, puisque la longueur de conducteur est réduite de moitié, on peut diminuer de moitié la section du conducteur d'aller en conservant la même perte de charge. L'économie de cuivre est donc bien les $\frac{3}{2}$ du poids d'un des conducteurs.

(2) Le facteur 16,65 représente la résistance en ohms d'un fil de cuivre de 1^{mm^2} de section et de 1^{km} de longueur et, par suite, aussi la chute de tension kilométrique pour une densité de courant de 1 ampère par millimètre carré.

plus importantes. Comme on ne peut charger indéfiniment les appuis à cause de la tension dans les courbes et de l'effet du vent qui obligent alors à établir des appuis excessivement coûteux, on serait amené à construire plusieurs lignes distinctes; le nombre de ces lignes sera beaucoup réduit par suite de la réduction au quart du poids de cuivre et l'économie réalisée sera supérieure à celle qui a été chiffrée ci-dessus.

On peut dire, en résumé, que l'économie résultant du retour par la terre serait considérable pour les transports de grande longueur, et qu'elle peut suffire pour rendre viable financièrement une affaire qui ne le serait pas avec un circuit purement métallique.

Il n'est pas nécessaire, d'ailleurs, pour obtenir ce résultat, de faire de la terre le retour complet permanent du courant. Une application qui vient immédiatement à l'esprit est d'employer le système à trois fils en remplaçant le fil neutre par la terre. On construira une ligne à $+E$ volts, l'autre à $-E$ volts, en mettant le milieu à la terre au départ et à l'arrivée. On transportera ainsi une puissance double; le sol ne servira normalement que de conducteur d'équilibre, et l'on ne l'emploiera comme retour complet qu'en cas d'avarie à l'une des deux lignes.

3. L'intérêt du problème étant dès lors bien établi, nous pouvons entrer plus profondément dans son examen. Les objections principales que soulève le retour par la terre sont au nombre de cinq :

1° Conservation des électrodes;
2° Électrolyses produites par le courant de retour;
3° Induction électrostatique et dérivations;
4° Induction par les terres;
5° Induction électromagnétique.

4. Nous pouvons écarter rapidement les trois premières.

La conservation des électrodes paraît aisée à assurer en installant à chaque extrémité plusieurs prises de terre en parallèle, de façon à pouvoir les entretenir successivement sans interrompre l'exploitation. La meilleure manière d'établir et d'entretenir ces prises de terre se dégagera peu à peu de l'exploitation ellemême.

La seconde question a une existence réelle, comme l'ont montré les corrosions provenant des courants vagabonds de certains réseaux de tramways, mais il faut remarquer que la situation est bien différente dans notre cas.

Dans les tramways, on a par les rails des prises de terre très longues, qui sont à des distances variables et de la station centrale et du réseau des conduites métalliques, de sorte que les courants de retour suivent des chemins très compliqués.

Au contraire, dans le système proposé, les prises de terre seraient établies dans des terrains choisis, suffisamment conducteurs et éloignés de toute conduite métallique. Dès lors la diffusion du courant se fait tout autour de l'électrode et à peu près sphériquement. La densité de courant à la distance R sera égale à

$$\frac{I}{2\pi R^2},$$

de sorte que, s'il s'agit d'un courant de 628 ampères, la densité de courant à 100^m de la prise de terre ne sera que de

$$\frac{100}{10^8} = 1 \text{ microampère : cm}^2,$$

ce qui est insignifiant et certainement inférieur aux courants telluriques naturels en certains endroits.

Si ρ est la résistivité moyenne du sol, la différence maxima de potentiel entre deux points écartés de ε sera égale à

$$\frac{\rho I}{2\pi}\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+\varepsilon}\right) = \frac{\rho \varepsilon I}{2\pi R(R+\varepsilon)}.$$

Reprenons ce courant considérable de 628 ampères, et une distance ε égale à 1^{km}, soit 10^5 cm (puisque ρ est évalué habituellement en ohms : cm); nous aurons pour la différence de potentiel l'expression

$$100\rho\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+10^5}\right).$$

Dès que R dépassera 1^{km}, cette différence maxima de potentiel sera inférieure à $\frac{\rho}{2000}$ et deviendra très rapidement insensible lorsque la distance augmentera. Elle ne pourra, par conséquent, produire de courants parasites appréciables dans les masses métalliques, et l'on n'aura aucune électrolyse à craindre si l'on prend les précautions suffisantes pour que le courant se diffuse naturellement dans le sol et qu'aucun conducteur, tel que rails de tramways, conduites d'eau ou de gaz, ne le transporte en grande quantité dans certaines directions.

Sur l'induction électrostatique et les dérivations, il y a peu de chose à dire. L'induction électrostatique a été invoquée dans certains cas, sans qu'on ait jamais pu prouver bien nettement qu'elle ait un effet appréciable, et la plupart des phénomènes qui lui ont été attribués paraissent pouvoir s'expliquer par de simples dérivations.

Ces dérivations peuvent par contre prendre une importance considérable, mais seulement pour les lignes placées sur les mêmes appuis. Il ne nous semble pas que des lignes placées sur des appuis différents, et situées à une certaine distance l'une de l'autre, puissent s'influencer par dérivations. On pourrait craindre qu'à chaque poteau les dérivations ne vinssent créer de petites terres ayant une certaine zone d'influence; mais ce phénomène ne nous paraît pas à redouter avec les isolateurs à haute tension dont l'industrie dispose actuellement.

5. Ces causes de perturbation une fois écartées, il nous reste à examiner deux questions très importantes : l'induction par les terres et l'induction électromagnétique.

L'induction par les terres, phénomène perturbateur qui a été depuis longtemps constaté en télégraphie dans certains sols défavorables, consiste essentiellement en ce fait que la prise de terre électrique porte le sol environnant à un potentiel différent de ce qu'il était antérieurement et de ce qu'il est encore à une

distance suffisante. L'amplitude de cette variation et la distance à laquelle se manifeste une altération appréciable du potentiel dépendent de l'intensité du courant qui s'écoule dans le sol, ainsi que de la résistivité et de l'homogénéité de ce sol dans la région environnante.

Il est bien évident que toute ligne unifilaire ayant une de ses terres dans cette région troublée et l'autre en dehors sera parcourue par un courant parasite qui prendra, dans certains cas, une intensité suffisante pour troubler ou même pour arrêter complètement le service, pour faire fonctionner à faux les appareils récepteurs de tout ordre, et, par exemple, pour faire donner voie libre à des électrosémaphores, alors qu une section de block est occupée, et provoquer ainsi de très graves accidents de trains de chemins de fer. L'étude de cette induction par les terres est donc de toute première importance.

6. Elle a fait l'objet d'une série d'expériences effectuées à Lancey (Isère), en octobre 1903, sous la direction de M. E. Harlé, par MM. Pionchon, directeur, et Barbillion, sous-directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble, avec le concours actif de l'Administration des Postes et Télégraphes et des Chemins de fer P.-L.-M.

Une terre avait été installée dans le marais de Lancey, en un sol relativement homogène à assez grande distance (plusieurs kilomètres) et très conducteur, au moyen d'une série de tuyaux de fonte. Une dynamo de tramways y fit passer un courant continu de 210 ampères, au moyen duquel on procéda à plusieurs séries d'essais. Quelque intéressantes qu'aient été ces expériences, précieuses par le soin extrême avec lequel elles ont été faites, leur description ne rentrerait pas dans le cadre de ce travail, et nous nous bornerons à en résumer brièvement les résultats essentiels.

La résistance de la terre produisait une chute de tension de 360 volts environ, qui s'est trouvée réalisée :

A moitié dans un intervalle de 5^m ;

Aux deux tiers dans un intervalle de 20^m;

Aux cinq sixièmes dans un intervalle de 40^m;

Aux neuf dixièmes dans un intervalle de 100^m.

On peut préciser davantage, car de l'étude des différents résultats recueillis résulte que le potentiel du sol à la distance R de la prise de terre par rapport au sol vierge se représente parfaitement par la formule empirique

$$\frac{2200}{R},$$

où R est exprimé en mètres.

Si l'on rapproche cette formule de l'expression théorique obtenue au paragraphe 4, on voit qu'elles concordent et permettent d'obtenir la résistivité moyenne du sol, puisqu'on en déduit, en faisant croître indéfiniment ε, et exprimant R en centimètres,

$$\frac{\rho I}{2\pi R} = \frac{220\,000}{R},$$

par conséquent

$$\rho = \frac{2\pi}{I} \times 220\,000 = 2\pi \times 1050 = 6600 \text{ ohms-cm}.$$

La chute maxima de tension par kilomètre à la distance R de la prise de terre sera, par suite, en reprenant le mètre comme unité,

$$\frac{2\,200\,000}{R(R+1000)},$$

et pour que cette chute de tension ne dépasse pas 1 volt (ce qui est actuellement la règle pour les retours de courant de tramways par les rails), il suffit que

$$\frac{2\,200\,000}{R(R+1000)} < 1,$$

ce qui exige que

$$R > 1065.$$

Ainsi, dès qu'on sera, dans le marais de Lancey, sorti d'un cercle de 1065^m de rayon autour de la prise de terre, les chutes de tension dues à un courant de 210 ampères continus deviendront inférieures à 1 volt par kilomètre et iront ensuite en décroissant rapidement.

On peut déduire de là un moyen de surveillance de l'altération éventuelle de la résistivité du sol, qu'il importe de maintenir tant au point de vue de l'induction par les terres que des électrolyses possibles. Il suffit d'installer à demeure, selon des droites passant par la prise de terre principale, deux ou trois groupes de deux prises de terre auxiliaires et de mesurer de temps à autre la différence de potentiel entre les deux prises de terre de chaque groupe. On se rendra compte ainsi de toutes les variations de résistivité du sol.

7. Des essais du même genre ont été repris par les Suisses en septembre 1906, mais sur une beaucoup plus grande distance.

L'usine génératrice était celle de Saint-Maurice, dans la vallée du Rhône, et la ligne employée un des fils de la ligne de Saint-Maurice-Lausanne, avec terres à Bex et à Lausanne. Les potentiels étaient pris par rapport au potentiel du sol de Saint-Légier, village situé non loin de Vevey.

Le courant était de 150 ampères continus; les résistances constatées par les chutes de tension étaient de 7,8 ohms pour le conducteur métallique, 0,83 pour la terre de Bex et 0,70 pour la terre de Lausanne.

Ces essais ont confirmé d'une façon générale, dans la région homogène de 700^m à 800^m de rayon où ont été faites les mesures, les résultats obtenus à Lancey, en 1903.

Les potentiels du sol sont les mêmes, aux erreurs d'expérience près, suivant deux lignes droites divergeant de la prise de terre sous un angle de 60° environ, et peuvent, entre 70^m et 600^m, se représenter par la formule empirique

$$19 + \frac{1059}{R},$$

qui est, à la constante près, de même forme que celle obtenue à Lancey.

8. Mais l'introduction de la constante est un résultat nouveau qui demande une étude sérieuse, car on ne voit pas au premier abord à quel phénomène physique il correspond.

Une discussion approfondie amène tout d'abord à remplacer la formule simple trouvée ci-dessus par une formule développée en $\frac{1}{R}, \frac{1}{R^2}, \frac{1}{R^3}, \ldots$, en raison des dimensions considérables de la terre de Bex, composée de tuyaux enfoncés aux sommets de trois hexagones réguliers de grand diamètre. Mais la constante ne disparaît pas et se trouve simplement ramenée à 14 volts au lieu de 19.

Le sol de la vallée serait donc, dans la région de Bex, à un potentiel supérieur de 14 volts à celui du sol de Saint-Légier. Il y aurait là un phénomène des plus remarquables et inattendu au premier abord. Il importe tout d'abord de le confirmer.

Pendant que les essais de précision étaient faits autour de Bex, des relevés étaient faits également au moyen d'instruments moins sensibles aux diverses gares de chemin de fer avoisinantes. On déduit de ces relevés que la région entourant la terre de Bex se serait trouvée pendant les essais à un potentiel supérieur d'environ 11 volts à celui d'une ligne à peu près équipotentielle passant, en aval, par Villeneuve et Le Bouveret (bord oriental du lac) et en amont près de Saint-Maurice. Il semble qu'on puisse conclure de là que la constante trouvée ait bien un caractère réel.

Cette constante est d'ailleurs assez facile à expliquer. La terre de Bex se trouve dans une vallée large de 5^{km} environ, bordée sur 18^{km} par deux rangées parallèles de hautes montagnes. Au delà, le lac Léman reste bordé au Sud par des montagnes élevées, tandis que la chaîne du Nord va à la fois en remontant dans le Nord et en s'abaissant, de telle sorte que la distance entre Saint-Légier et Saint-Gingolph, qui lui correspond à peu près sur la côte sud, est d'environ 10^{km}.

Or, le sol de toutes les vallées alpestres est, d'une façon générale, constitué par des débris alluvionnaires, le plus souvent mouillés et par conséquent assez conducteurs, tandis que la montagne qui les enserre est par elle-même ou bien complètement isolante (marbre, ardoise, etc.) ou tout au moins très peu conductrice.

Si S est la section moyenne de cette vallée sur la longueur l, ρ sa résistivité moyenne et I l'intensité du courant qui y circule, la chute de tension sera, en supposant les montagnes complètement isolantes,

$$\Delta U = \frac{\rho l}{S} I.$$

La vallée du Rhône, à bords parallèles jusqu'à Villeneuve, s'évase subitement comme nous l'avons vu, de sorte qu'en admettant une profondeur uniforme, la chute de tension $\Delta U'$ de Bex à Villeneuve et la chute de tension $\Delta U''$ de Villeneuve à Saint-Légier seront dans le rapport

$$\frac{\Delta U'}{\Delta U''} = \frac{\frac{18}{5}}{\frac{10}{7,5}} = 2,7,$$

et, si

$$\Delta U = \Delta U' + \Delta U'' = 14 \text{ volts},$$

on devra avoir

$$\Delta U' = \frac{2,7}{3,7} \times 14 = 10,3 \text{ volts},$$

alors que l'expérience a donné 11 volts environ. La concordance est très satisfaisante.

Nous avons, d'autre part, trouvé à Lancey

$$\rho = 6600 \text{ ohms-cm}.$$

Nous en déduisons

$$11 = \frac{6600 \times 18.10^5 \times 150}{S},$$

et par conséquent

$$S = 162.10^9 \text{ cm}^2.$$

La largeur étant de 5^{km}, la profondeur moyenne de la vallée serait d'après cela, en supposant la même résistivité moyenne,

$$h = \frac{162.10^9}{5.10^5} 324.10^3 \text{ cm} = 3240^m.$$

Nous ne pensons pas, étant donnée la hauteur des sommets voisins, que la profondeur moyenne de la vallée soit aussi considérable. Il y a lieu d'en conclure que les montagnes ne sont pas complètement isolantes et qu'une partie seulement du courant passe par la vallée, la fraction la plus importante s'épanouissant au loin.

9. La chute de tension ainsi produite est d'ailleurs loin d'être négligeable; elle correspond à 0,6 volt par kilomètre. Si l'on considère un poste Morse de 500 ohms desservi par une ligne de longueur l et de résistance $10 l$, le courant parasite produit par cette chute de tension aura pour valeur

$$\frac{0,6 l}{10 l + 500},$$

et, pour qu'il ne dépasse pas 2 milliampères, par exemple, il faut que

$$\frac{0,6 l}{10 l + 500} \leq \frac{2}{1000},$$

et, par conséquent que

$$l \leq 1720^m.$$

Cet effet pourra donc gêner considérablement les lignes télégraphiques de la vallée qui ne seront pas très courtes, et il faudra s'en préoccuper tout d'abord dans l'étude d'un projet de retour à la terre.

Il y a d'ailleurs divers moyens de parer à ces inconvénients lorsqu'on les a reconnus.

10. Il ne nous reste plus dès lors à envisager que l'induction électromagnétique.

Les renseignements existants avant 1906 sur cette question étaient extrêmement peu nombreux et peu précis.

On savait depuis longtemps, à la suite de perturbations causées à des lignes téléphoniques unifilaires par

de simples lignes télégraphiques desservies au Morse, que ces inductions pouvaient devenir très gênantes.

D'autre part, les expériences célèbres de télégraphie à distance par induction, conçues et exécutées par sir H. Preece, avaient prouvé que cette induction était assez forte pour permettre un service régulier. Mais les renseignements publiés sur ces expériences étaient insuffisants pour permettre de prévoir ce qui se serait passé sur d'autres circuits.

Il fallait donc procéder à de nouvelles expériences, qui ont eu lieu, sous l'impulsion du Comité d'Électricité en août-septembre 1906 entre Grenoble et Lancey, et ont été complétées en 1907. Il convient cependant, avant d'en rendre compte très sommairement, de préciser le problème.

11. Il y a lieu de faire une distinction très nette entre les lignes télégraphiques et téléphoniques, en raison de la sensibilité très différente des récepteurs en jeu.

En ce qui concerne le téléphone, l'induction a été supprimée dans bien des cas, et en tout cas notablement réduite par l'emploi de circuits purement métalliques à double fil. Ces mesures n'ont pas toujours suffi à faire disparaître du premier coup l'induction électromagnétique, qui n'a été supprimée parfois qu'après d'assez longs tâtonnements, en équilibrant très exactement les circuits d'aller et de retour et en les croisant avec soin.

Mais, si cette suppression de l'induction n'a été qu'assez péniblement obtenue, on peut considérer le résultat comme définitivement acquis pour le téléphone.

Resterait à envisager, si l'on voulait aller jusqu'au bout des problèmes, les cas des circuits téléphoniques placés sur les mêmes appuis que la ligne d'énergie; mais c'est un cas très spécial, et nous considérons que, dès qu'il y aura la largeur d'une route entre les deux lignes, le problème ne présente plus de difficulté.

La situation n'est pas la même pour le télégraphe, car, si les récepteurs télégraphiques sont beaucoup moins sensibles que les récepteurs téléphoniques, cette absence même de sensibilité leur a permis d'échapper jusqu'à présent, au moins dans la grande généralité des cas, aux perturbations étrangères, et a eu pour résultat que toutes les lignes télégraphiques sont encore unifilaires avec retour par la terre.

De pareilles lignes sont particulièrement soumises aux influences d'un transport d'énergie à retour par le sol; mais le problème, considéré intégralement, est excessivement complexe, puisqu'on se trouve dans le sol en présence d'une infinité de filets de courant inducteur et d'une infinité de filets de courant induit se pénétrant réciproquement. Il est donc indispensable d'envisager, non pas la solution rigoureuse du problème, mais simplement une solution suffisamment approchée pour les besoins réels, basée sur des hypothèses simplificatives certainement inexactes, qui donneraient des résultats erronés pour des extrapolations de grande envergure, mais suffisantes pour le but pratique à atteindre.

12. Tout d'abord, il convient de bien s'entendre sur la nature du courant inducteur.

S'il s'agit d'un courant alternatif, rien de plus simple. Il peut se développer en série de Fourier sous la forme

$$I = \sum_{1}^{\infty} I_n \sin(n\omega t - \varphi_n),$$

où ω est la pulsation fondamentale, avec

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{\sum I_n^2}{2}},$$

et les termes proportionnels au courant dans la formule de l'induction se calculent sans peine.

S'il s'agit de courant continu, il importe de se rappeler que le courant réellement continu, celui de la décharge de piles ou d'accumulateurs, ou de certaines machines unipolaires, n'existe pratiquement pas en dehors de cas exceptionnels, et que les génératrices dites *à courant continu* donnent, en réalité, un courant dont la partie ondulatoire est plus ou moins faible par rapport à la partie constante.

Un pareil courant peut s'écrire sous la forme

$$I = I_0 + \sum_{1}^{0} I_n \sin(n\omega t - \varphi_n),$$

où I_0 est une constante, généralement égale à plusieurs centaines de fois les I_n, et où ω est beaucoup plus grand (10 à 20 ou 30 fois) que dans le cas du courant alternatif ordinaire.

Le courant I_0 n'est susceptible de produire aucune induction électromagnétique, au moins dans les transports à intensité constante, car le flux d'induction qu'il crée est constant et par conséquent sa variation nulle; le courant I n'agit donc électromagnétiquement que par sa partie variable, qui est forcément périodique (en faisant abstraction des phénomènes perturbateurs d'ordre généralement secondaire que sont les crachements aux balais) et par conséquent de forme analogue à celle d'un courant dit *alternatif*.

En résumé, nous n'avons jamais à envisager, au point de vue de l'induction électromagnétique, que les courants alternatifs. Dans les uns, les I_n seront considérables et les ω faibles; dans les autres, les I_n seront faibles et les ω considérables; les forces électromotrices E induites étant, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelles à

$$n\omega I_n,$$

il s'établira une compensation partielle, de telle sorte que la force électromotrice d'induction produite par les uns et les autres arrivera à être à peu près de même ordre.

13. D'autre part, la faible sensibilité même des appareils télégraphiques nous permet de restreindre beaucoup le problème.

Si, en effet, on constate que les récepteurs télégraphiques les plus sensibles, situés dans la région qui pourrait être influencée, ne peuvent en aucun cas être troublés par un courant de 1 milliampère, il sera tout

à fait inutile de rechercher une précision plus grande.

Peu importera que la formule empirique approchée que nous cherchons donne des résultats très erronés pour des courants induits de 100 milliampères ou de $\frac{1}{100}$ de milliampère, pourvu qu'elle nous donne des résultats approchés entre, par exemple, $\frac{1}{3}$ et 3 milliampères. Quand il y aura moins de $\frac{1}{3}$ de milliampère nous serons tranquilles; quand il y aura plus de 3 milliampères, nous saurons qu'il y a des mesures à prendre, et, dans l'intervalle entre $\frac{1}{3}$ et 3 milliampères, nous considérerons qu'il y a doute et prendrons quelques précautions.

D'autre part, il s'agit de courants alternatifs et les récepteurs télégraphiques ont généralement une forte impédance. Ceci simplifie le problème pour l'induction par courant continu, car, à ces fréquences élevées, la résistance devient faible devant la réactance $n\omega L$, de sorte que l'intensité du courant induit est proportionnelle, pour des lignes courtes, en négligeant les données de la ligne, à

$$\sum_1^\infty \frac{I_n}{L}\cos(n\omega t + \varphi_n),$$

et sa valeur efficace est proportionnelle à

$$\frac{1}{L}\sqrt{\sum \frac{I_n^2}{2}}.$$

Pour des courants alternatifs ordinaires, cette simplification ne peut se faire en général, mais la réactance est généralement bien supérieure à la résistance. Si l'appareil envisagé plus haut a, par exemple, 1000 ohms d'impédance pour la fréquence d'un courant inducteur sinusoïdal, il suffira de rechercher les forces électromotrices induites de l'ordre du volt.

14. Le problème est ainsi restreint au point de vue des limites entre lesquelles il y a lieu de rechercher l'exactitude de la force électromotrice induite. Il l'est également au point de vue de l'espace dans lequel doit être valable la formule empirique cherchée.

En effet, il est certain *a priori* que les lignes induites très rapprochées de la ligne inductrice seront fortement influencées et qu'il sera nécessaire de les protéger. Il est également certain que les lignes très éloignées ne subiront que des effets d'induction non gênants et qu'il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. Il ne sera utile d'étudier l'induction que dans une zone de largeur restreinte, ce qui facilitera l'établissement d'une formule empirique.

Enfin, en profondeur, le problème se trouve limité par ce phénomène que le courant alternatif se trouve pratiquement confiné dans une zone assez peu profonde à partir de la surface du sol; c'est ce phénomène qu'on désigne parfois sous le nom de *skin effect*. Dans le sol de Lancey, par exemple, supposé homogène et indéfini dans tous les sens avec la surface du sol comme seule limite, un courant de fréquence 42 serait pratiquement compris dans une tranche de 500^m à partir de la surface.

15. Les filets de courant se trouvant ainsi limités en profondeur et possédant d'autre part une certaine symétrie, puisqu'ils vont, dans l'ensemble, en s'affaiblissant à mesure qu'ils s'écartent de la ligne, il est naturel de chercher à les remplacer, pour l'étude du problème spécial qui nous est posé, par un retour fictif linéaire situé à une certaine profondeur du sol.

Dans ces conditions, l'étude de l'induction se ramène à celle d'une série de cadres rectangulaires inducteurs adjacents deux à deux, sur une pareille série de cadres induits. Le but des expériences est de déterminer la position de ce retour fictif, et l'une des précautions à prendre est de réduire au minimum le nombre des cadres.

Le problème se résume dès lors dans les formules relativement simples, mais qu'il serait trop long d'établir ici. Nous devrons d'ailleurs, pour des motifs qu'il n'est pas utile d'exposer, nous borner à résumer très sommairement les résultats obtenus à ce jour.

16. L'étude expérimentale du problème ainsi posé a fait l'objet des expériences de Lancey-Grenoble en août-septembre 1906, complétées en septembre 1907. Ces expériences ont été élaborées comme programme sous la direction de M. E. Harlé, puis préparées et conduites sur le terrain par M. Barbillion, avec une science et un dévouement au-dessus de tout éloge; elles ont donné des résultats très intéressants.

La ligne inductrice, longue de 14^{km}, allait de Lancey à la Croix-Rouge, près Grenoble. Elle transportait du courant alternatif simple à 11 000 volts et 42 périodes par seconde. L'intensité était le plus souvent réglée aux environs de 30 ampères (si la fréquence avait été de 630 périodes par seconde au lieu de 42, la force électromotrice induite aurait été la même pour une intensité efficace de 2 ampères; mais il n'en aurait pas été de même de l'intensité induite, l'impédance des circuits télégraphiques variant fortement avec la fréquence, comme nous l'avons vu plus haut).

Trois lignes induites avaient été réalisées :

L'une, ayant 2500^m de longueur commune avec la ligne inductrice, se trouvait à une distance moyenne de 8^m,30 de cette ligne;

La seconde, ayant 7612^m de longueur commune, se trouvait à une distance moyenne de 480^m de la ligne inductrice:

La troisième, ayant 10 500^m de longueur commune, se trouvait à une distance moyenne de 4857^m de la ligne inductrice.

17. Les tensions induites ont pu être mesurées avec une grande précision, sauf pour la dernière ligne où elles étaient très faibles; mais, même pour cette ligne, elles ont pu être déterminées avec une approximation évaluée à $\pm$ 10 pour 100, qui est plus que suffisante. Sans entrer dans le détail, nous pouvons dire qu'un grand transport à courant continu serait sans influence électromagnétique appréciable sur une ligne télégraphique parallèle située à cette distance, même si la longueur commune de ces deux lignes dépassait 1000^{km}.

Ce résultat est très important, car il limite à une valeur sensiblement inférieure à 5^{km} de part et d'autre la zone d'influence électromagnétique d'un transport à courant continu de grande longueur et de puissance

ordinaire. S'il s'agissait de transporter une centaine de mille kilowatts, la question demanderait à être étudiée de plus près, mais il nous paraît probable que la zone limite ne serait guère plus large. Ceci restreint très étroitement le nombre des lignes télégraphiques pouvant être influencées, lorsqu'on aura choisi un tracé convenable pour la ligne inductrice.

D'autre part, ce résultat montre encore que les trois distances qui ont été choisies pour les essais encadrent complètement le problème.

Les données obtenues ont permis d'obtenir une formule empirique, à l'aide de laquelle on peut prévoir, avec une approximation admise comme suffisante dans les conditions énoncées au paragraphe 13, l'induction sur les lignes placées dans la zone dangereuse; elles correspondent à un retour fictif situé à 400^m environ de profondeur. Des essais d'induction ont été également faits sur des lignes à circuits métalliques complets, sans aucune terre. Ces essais ont permis de vérifier l'exactitude des formules théoriques et de constater qu'on pouvait, d'un côté à l'autre d'une route, protéger complètement un circuit téléphonique sans terre au moyen d'un nombre restreint de croisements judicieusement établis.

18. Nous ne considérons pas cependant les formules empiriques établies comme constituant le point final du problème et nous estimons qu'il y a lieu de les vérifier.

Nous pensons qu'il serait avantageux de s'en servir pour voir si le retour par la terre pourrait être essayé sans inconvénients sur un grand transport existant. Dans ce cas, il y aurait un intérêt évident à faire cet essai et à vérifier si, malgré la diversité des terrains et la grande longueur, les différents phénomènes qu'on peut prévoir à l'aide des données ci-dessus sont bien de l'ordre de grandeur qu'on peut prévoir à l'avance.

On arriverait ainsi à rectifier et à compléter ces premiers résultats, et l'on aurait sans doute entre les mains tous les éléments nécessaires pour étudier l'influence d'un transport quelconque à retour par la terre.

En résumé, la question a fait un pas considérable en avant, et l'on peut espérer voir le retour par la terre des grands transports industriels entrer prochainement dans le domaine de la pratique. Un vœu émis en ce sens par le Congrès serait évidemment de nature à hâter la solution définitive.

Considérations sur les coefficients de sécurité à adopter dans l'établissement d'une ligne de transmission, par D.-R. SCHOLES (*Proc. of the Amer. Inst. of Elect. Eng.*, t. XXVII, juin 1908), p. 1011 à 1019. — L'auteur cherche quels sont les coefficients de sécurité qu'il convient d'adopter dans le calcul des efforts que supportent les diverses parties de l'installation sous l'influence du vent, de la neige, de la rupture d'un câble, etc.

Action du vent sur les pylônes. — La vitesse maximum du vent étant supposée connue par des observations météorologiques faites dans la région, le calcul de la force résultante sur les constructions métalliques offre beaucoup d'incertitude. On admet, en pratique, que pour les surfaces cylindriques l'effort calculé d'après l'aire de projection de la surface sur un plan perpendiculaire à la direction du vent, peut être sans inconvénient réduit de moitié. Quant au coefficient de sécurité, si on le prend égal à 4 ou 6 comme dans le cas des ponts métalliques, on est conduit à une dépense trop élevée; l'auteur, en se basant sur la pratique adoptée dans la construction des tours des moulins à vent, estime qu'un coefficient de sécurité égal à 1,5 ou 2 est suffisant.

Action du vent sur les câbles. — En général on n'a, ici encore, que des données très vagues. L'auteur pense qu'on peut adopter un effort de $1^{kg},5$ par décimètre carré de surface projetée et un coefficient de sécurité égal à 2.

Action de la neige et du verglas. — On a observé, dans certains cas, des épaisseurs de neige de plus de 26^{mm} sur des conducteurs de diverses sections; souvent la neige se transforme en verglas qui subsiste pendant plusieurs jours. Pour en tenir compte, il convient d'adopter le coefficient de sécurité 2 dans le calcul de la résistance mécanique des câbles.

Influence des ruptures de câble. — La rupture d'un câble, en provoquant un déséquilibrage des tensions exercées sur les supports, peut renverser ceux-ci. On peut éviter cet inconvénient en donnant à chaque support une résistance convenable, ou seulement limiter les dégâts en construisant, à des distances plus ou moins grandes, des pylônes plus résistants que les autres. C'est la seconde méthode qui est préférable si les conducteurs sont très lourds, car la première conduirait alors à des dépenses exagérées. L'auteur estime qu'en général un pylône calculé pour résister aux efforts du vent résistera aussi aux efforts renversants provenant des ruptures de câbles.

Machine à enduire les câbles électriques de caoutchouc (*Iron Age*, 3 sept. 1908). — Cette machine, construite par la New-England Butt C°, de Providence (Rhode-Island, États-Unis), permet de fabriquer l'enveloppe isolante des câbles par enroulement d'une ou de plusieurs lames de caoutchouc fortement appliquées sur les fils.

La machine se compose d'une ou plusieurs paires de rouleaux, cannelés perpendiculairement à leurs génératrices, entre lesquels on fait passer simultanément les câbles et deux bandes de caoutchouc, de façon à couper celles-ci à la longueur exacte à l'aide des bords tranchants des cannelures, à les appliquer fortement, par-dessus et par-dessous, sur les fils et à les souder par leurs bords.

La machine peut être simple, double ou multiple, suivant le nombre de bandes isolantes à appliquer sur le câble et comporte deux bobines par paire de rouleaux pour recevoir les bandes de caoutchouc. Elle peut être munie de rouleaux à une seule ou à plusieurs cannelures permettant de travailler simultanément un nombre de câbles égal à celui de ces cannelures. Les bandes de caoutchouc utilisées par la machine sont découpées au moyen d'une machine spéciale à lames tranchantes circulaires.

TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER.

Voiture double à accumulateurs des Chemins de fer de l'État prussien. — L'Administration des Chemins de fer de l'État prussien, qui depuis quelques années poursuit des études en vue de l'adoption de la traction électrique sur son réseau, a récemment décidé la construction de voitures doubles à accumulateurs d'un nouveau type, qu'elle destine principalement : à assurer le transport des voyageurs des localités de banlieue vers les gares des grandes villes où les express font arrêt, à soulager le service, si surchargé à certaines heures, des régions industrielles à grand trafic et même à remplacer les trains à vapeur sur certaines lignes où le trafic est au contraire très faible; en d'autres termes, à assurer le service dans les divers cas où celui-ci n'est ni assez continu, ni assez important, pour qu'on puisse espérer rémunérer le capital qu'il faudrait engager dans la construction de voies alimentées par fil aérien.

Une de ces voitures vient d'effectuer un voyage d'essai de 44^{km} entre Mayence, Gaualgesheim et Munster a. St. et a été ensuite dirigée sur Erfurt où elle est actuellement en service. Une autre a été essayée le 21 octobre. Toutes deux ont été construites par la Société Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G., de Francfort-sur-le-Mein, qui, dans le courant des prochains mois, doit en livrer dix-sept autres, qui seront réparties entre les directions de Francfort-sur-le-Mein, d'Erfurt, de Cologne et de Sarrebrück. La description ci-dessous se rapporte à la première de ces voitures.

Forme et dimensions. — L'aspect qu'elle présente extérieurement (*fig.* 1) diffère de celui des voitures qui sont actuellement en service pour les trains à vapeur, par l'addition aux deux extrémités de deux niches à toiture oblique qui renferment chacune une moitié de la batterie. On remarque, en outre, que les deux compartiments de troisième et de quatrième classe forment pour ainsi dire deux wagons complètement séparés, mais qui seraient attelés très près l'un de l'autre. Chacun de ces compartiments est supporté par un truck indépendant à deux essieux, et l'on a obtenu de la sorte pour l'ensemble la flexibilité nécessaire pour le passage sur les voies en courbe, sans avoir recours à l'emploi des bogies. La longueur totale de la voiture entre butoirs est de $25^{m},35$, l'empattement de chacun des trucks est de 9^{m}. La voiture avec ses voyageurs pèse 62 tonnes, soit 55 tonnes environ à vide.

On pénètre à l'intérieur comme cela se fait pour les tramways, c'est-à-dire par les deux cabines de ma-

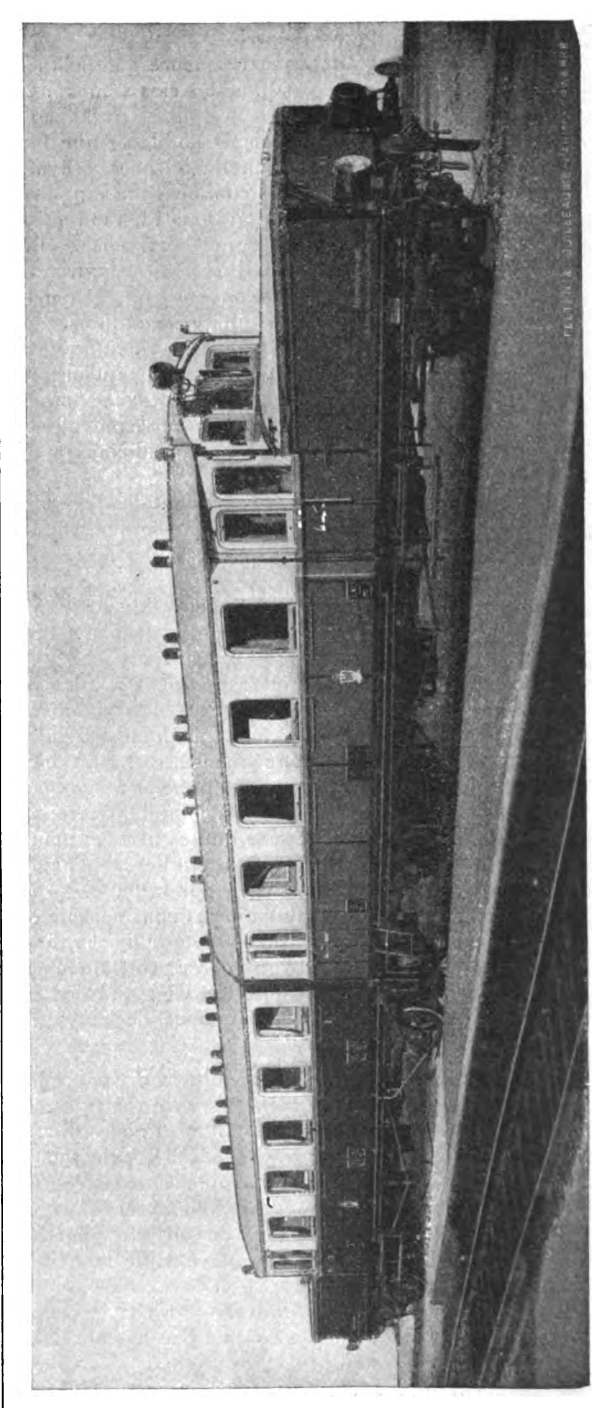


Fig. 1. — Vue extérieure de la voiture double à accumulateurs.



nœuvre (*fig.* 1); 100 places en tout, assises ou debout, sont offertes aux voyageurs et l'on n'a rien négligé pour donner à ces derniers tout le confort possible. L'éclairage notamment est assuré dans chaque compartiment par 10 lampes au zirconium de 32 bougies enfermées dans des globes élégants suspendus au plafond. Ces nombreuses lampes répandent une lumière agréable qui contraste vivement avec celle des wagons où règne la parcimonieuse clarté du gaz.

Moteurs. — La voiture est actionnée par deux moteurs série entièrement cuirassés, à pôles auxiliaires, et pouvant donner 50 chevaux pendant deux heures ou 85 chevaux pendant une heure. Les carters, qui forment les culasses magnétiques des moteurs, embrassent d'une part l'essieu et portent d'autre part une traverse par les extrémités de laquelle ils sont attachés au châssis au moyen d'une suspension à la Cardan et à ressorts de façon à obtenir une mobilité suffisante pour empêcher les chocs et les déplacements relatifs de l'essieu et du châssis d'avoir des conséquences funestes pour les organes des moteurs. Ces derniers commandent les deux essieux intérieurs, par un simple engrenage droit réduisant la vitesse dans le rapport 4,2 : 1. La grande roue de l'engrenage est formée d'une étoile de moyeu clavetée sur l'essieu et munie d'une couronne dentée rapportée, en deux pièces.

Le tout est enfermé dans un carter de protection étanche à l'eau et aux poussières.

Batterie d'accumulateurs. — La batterie d'une capacité de 368 ampères-heure comporte 168 éléments et fournit par conséquent le courant aux moteurs sous une tension de 300 volts au moins. La capacité a été calculée de telle sorte que la voiture doit couvrir 100^{km} à la vitesse maxima de 50^{km} à l'heure pour épuiser la charge de la batterie. Pour recharger celle-ci il suffit de la relier à la source de la station génératrice en enfonçant la fiche terminale d'un câble souple de raccordement dans une prise de courant *ad hoc*. Les choses sont arrangées de telle manière qu'on puisse à volonté charger la batterie en série ou en parallèle suivant la tension dont on dispose en se servant simplement de fiches de formes différentes. Dès que la fiche est enfoncée dans la boîte de prise de courant un dispositif d'enclenchement électromagnétique entre en action, et l'on ne peut plus la retirer tant que le courant de charge n'est pas interrompu. Et, une fois la charge effectuée, vient-on à oublier de replacer le couvercle de la prise de courant, le circuit des moteurs est coupé par le fait même et il est impossible de démarrer. Signalons encore la mise en série automatique sur le circuit des lampes d'une résistance qui les préserve contre la surélévation de la tension pendant la charge.

Appareils de manœuvre. — Comme nous l'avons dit, la voiture comporte deux cabines de manœuvre qui, par suite des dispositions adoptées, sont, de même que les

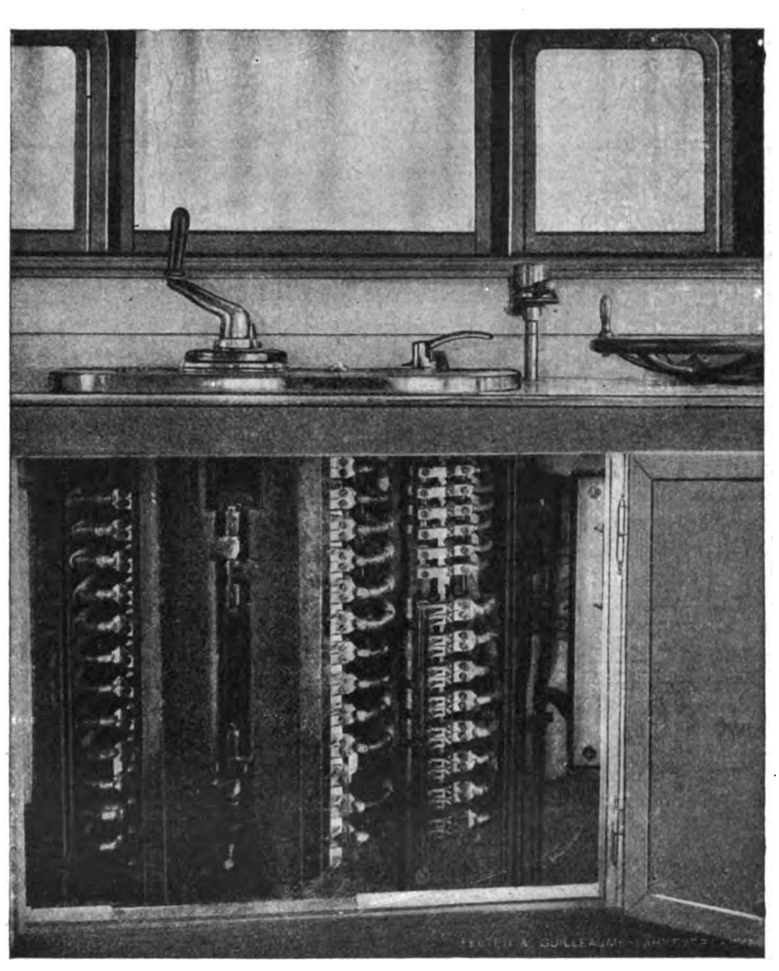


Fig. 2. — Vue du combinateur (ouvert).

compartiments réservés aux voyageurs, complètement à l'abri des vapeurs acides dégagées par les accumulateurs. Ces deux cabines sont identiques et peuvent servir toutes deux à la manœuvre du train pour la marche en avant et la marche en arrière. On y trouve en premier lieu un combinateur (*fig.* 2 à 7) assez semblable à celui qu'on emploie dans les tramways, mais dont la manivelle au repos est un peu inclinée vers le haut. Cette position résulte d'un dispositif de sûreté adopté par la Société F. G. L. au lieu du bouton qu'on emploie souvent dans le même but et que le conducteur doit presser continuellement avec le doigt pour tenir l'interrupteur principal fermé. Si faible que soit la pression à exercer avec le doigt, elle n'en cause pas moins

une fatigue réelle de la main. Dans le dispositif dont il vient d'être parlé, toute fatigue est évitée sans rien perdre des avantages du système. Dès que le conducteur saisit la manivelle, il la ramène dans sa position horizontale sans aucun effort par l'effet du poids même de son bras. Ce mouvement a pour résultat de fermer

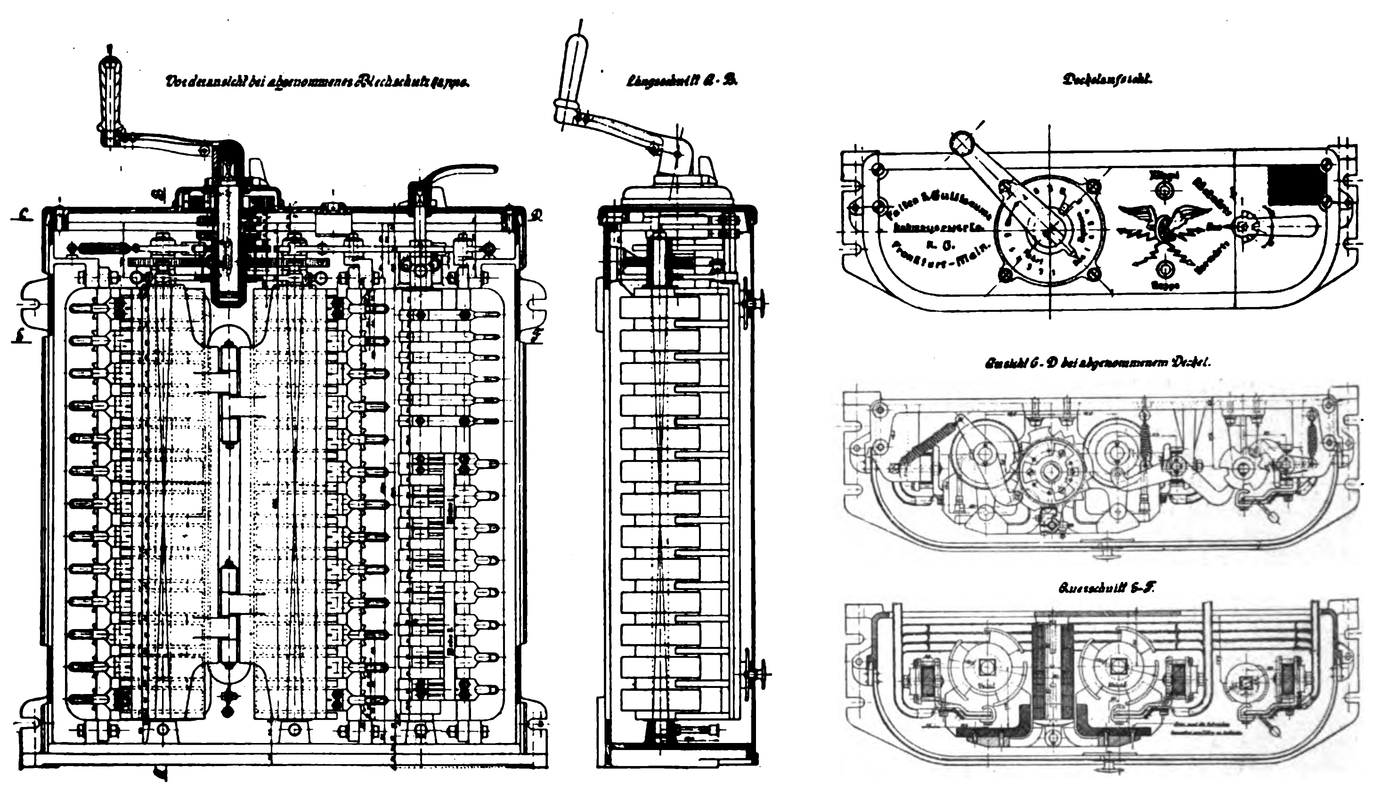


Fig. 3 à 7. — Élévations et coupes du combinateur.

le circuit de la bobine de l'interrupteur automatique principal, en établissant le contact entre deux pièces dont l'une est reliée en permanence avec le cylindre du combinateur, la connexion de l'autre n'ayant lieu que

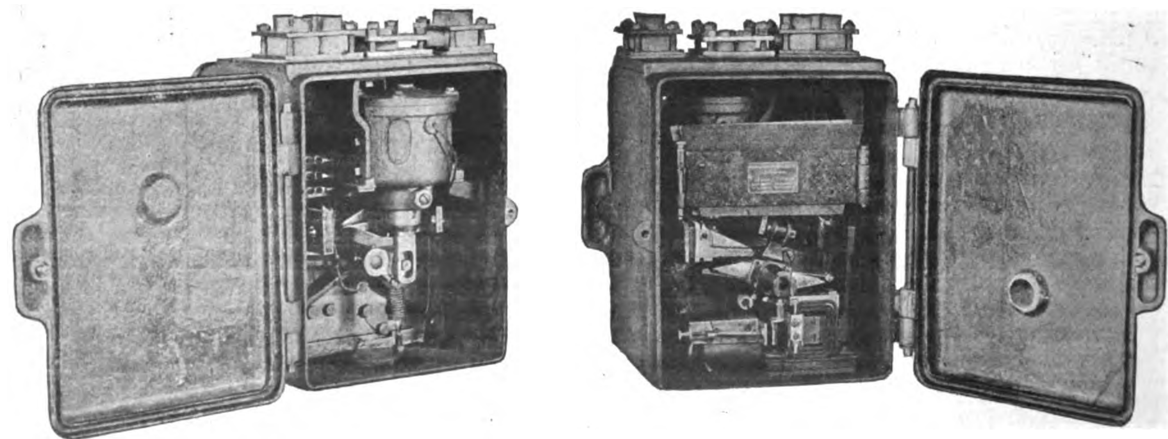


Fig. 8 et 9. — Interrupteur principal vu de derrière et vu de face, le carter ouvert.

si l'on abaisse la manivelle. Si, maintenant, pour une cause quelconque, le conducteur abandonne la poignée, a manivelle, sollicitée par un ressort, pivote autour d'un axe horizontal et se replace dans sa position inclinée de repos. Par le fait même, l'interrupteur automatique principal fonctionne, et la soupape du frein à air

comprimé s'ouvre et provoque l'arrêt du train. On ne peut ensuite refermer l'interrupteur qu'en ramenant tout d'abord la manivelle à sa position de départ. Le contrôleur est du système série-parallèle; les moteurs sont donc alimentés en série au démarrage et en parallèle à la fin de la période d'accélération. Le contrôleur comporte un rouleau inverseur qui permet de renverser le sens de la marche, mais qui ne peut être déplacé que si la manivelle est dans sa position initiale. La manœuvre de l'inverseur change aussi automatiquement la couleur des lampes signaux suivant la direction de la marche du train.

L'interrupteur principal (*fig.* 8 et 9), qui est unique pour chaque voiture, est constitué par un interrupteur automatique à maxima fonctionnant pour un courant de 750 ampères. Il comporte deux bobines à fil fin dont l'une, qui est mise en action en abaissant la manivelle du contrôleur, a pour mission de fermer l'interrupteur. Il suffit pour cela d'une onde courte de courant, l'interrupteur étant maintenu en place, une fois fermé, par des moyens mécaniques. La seconde bobine à fil fin est constamment sous courant, quand l'interrupteur est fermé; elle déclenche ce dernier dès que son circuit est interrompu et sert à couper le courant à distance.

Chacune des cabines de manœuvre contient encore un commutateur monopolaire qui sert en même temps comme interrupteur de secours et qui permet de mettre une demi-batterie hors circuit en cas de dérangement. Un bouton à pression agit sur une sirène électrique qui remplace le sifflet des locomotives à vapeur. Un deuxième bouton relié à une sonnerie électrique sert aux communications entre le garde-convoi et le conducteur. Enfin, les interrupteurs pour l'éclairage sont renfermés dans une sorte d'armoire à côté du contrôleur et le mécanicien a sous la main la manette du frein pneumatique, dont nous allons dire un mot.

Appareils de freinage. — Le frein pneumatique est du système Knorr. Il fait partie de la catégorie des freins à air comprimé automatiques et le piston reçoit par conséquent la pression de l'air sur les deux faces. L'air comprimé est fourni par un compresseur à moteur logé sous la voiture (*fig.* 10 et 11) dans un cadre en fer forgé, rivé aux traverses du châssis. Ce compresseur est constitué par une pompe à piston horizontale, bicylindrique, à simple effet, actionnée par un moteur série de 2,5 chevaux par l'intermédiaire d'un engrenage d'angle. Le moteur et la pompe sont enfermés dans des carters indépendants et séparés l'un de l'autre par une fente de 25^{mm}. Cet espace d'air suffit pour assurer une bonne ventilation et une réfrigération efficace pendant la marche et pour empêcher tout à fait la transmission de la chaleur de la pompe au moteur. Les deux carters sont munis de nombreuses portes de visite qui permettent d'examiner aisément les diverses parties du mécanisme et même de remplacer les pièces devenues défectueuses. Le compresseur peut débiter 310^l d'air par minute à la pression de 4^{atm}. Cet air est refoulé à travers une soupape de retenue ordinaire dans la conduite des réservoirs et passe ensuite dans ceux-ci par des soupapes de retenue à ressorts dont ils sont munis. Entre le raccord flexible et l'une des soupapes de retenue existe une dérivation vers le régulateur de pression qui arrête la pompe dès que la pression dépasse 4^{atm} et la remet en marche dès que la pression tombe à $3^{atm},75$. Une seconde conduite relie les réservoirs aux robinets de manœuvre du mécanicien. Celui-ci n'a à sa disposition pour agir sur le robinet de manœuvre qu'une seule manette qu'il doit emporter dans la cabine d'où il commande le train; mais la manette ne peut être détachée que pour les positions moyenne et de fermeture.

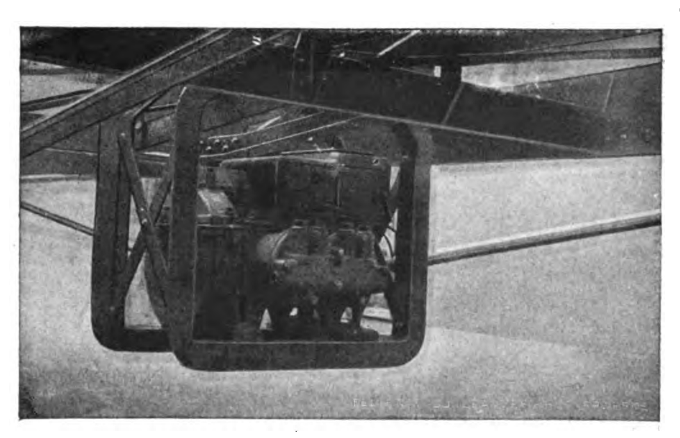


Fig. 10. — Compresseur à commande électrique.

De cette façon on ne peut faire fonctionner le frein de la cabine inoccupée pendant la marche. La face postérieure des pistons du frein est en communication avec la conduite de refoulement et la face antérieure avec la conduite principale. En marche la même pression règne donc sur les deux faces et un ressort antagoniste maintient les sabots du frein contre les presse-étoupe.

Pour freiner, le mécanicien, en tournant le robinet de manœuvre, laisse échapper l'air de la conduite principale dans l'atmosphère et coupe la communication avec les réservoirs d'air comprimé. Il en résulte que la pression sur les faces antérieures des pistons tombe aussi et par suite les sabots des freins s'appliquent sur la jante des roues. En cas de rupture d'attelage, les tuyaux souples de liaison éclatent et le freinage se produit automatiquement. Les soupapes de retenue situées à l'entrée des réservoirs et normalement maintenues ouvertes par les ressorts antagonistes sont ramenées sur leur siège par la pression intérieure. La vidange complète des réservoirs est par suite évitée et, après avoir fermé les robinets aux extrémités de la conduite générale, on peut remettre les freins en service jusqu'à épuisement de la provision d'air comprimé.

Outre le frein pneumatique, l'équipement de la voiture sortant des ateliers Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G. comporte un frein électrique et un frein mécanique ordinaire.

Au cours du voyage d'essai on a pu arrêter la voiture lancée à la vitesse de 55 kilomètres à l'heure sur une dis-

tance de 200^m en n'employant que le frein à air comprimé. En combinant l'action du frein pneumatique avec celle du frein électrique, l'arrêt de la voiture marchant à la même vitesse se produisit sur une distance de 100^m seulement.

CABLES. — Il nous reste à donner quelques détails encore sur le câblage et sur les dispositions prises pour l'éclairage. Les câbles sont posés sur un plancher spécial en pitchpin, situé sous la paroi inférieure de la caisse du wagon. Ce plancher est lui-même revêtu d'une couche d'amiante maintenue par des plaques de tôle et les câbles y sont fixés séparément par des attaches spéciales. Le tout est alors tenu en place à l'aide de tôles embouties de manière à former après la pose une sorte de caniveau fermé mettant les câbles à l'abri de toutes les causes extérieures de détérioration. On a évité entièrement les soudures à l'intérieur du caniveau en en faisant sortir les câbles aux points où il faut établir des dérivations et en les court-circuitant au moyen de cosses doubles à l'endroit des connexions avec les appareils. Pour accorder les tronçons des câbles qui se prolongent dans les deux parties de la voiture, on en ramène les extrémités au-dessus du plancher du wagon, et les connexions sont faites sur des ponts spéciaux en bois revêtus également d'amiante et de tôle de fer.

ÉCLAIRAGE. — Chaque compartiment est, comme on l'a vu, éclairé par 10 lampes au zirconium de 32 bougies fixées sur des douilles Swan à baïonnette. Elles sont alimentées par la demi-batterie adjacente et montées par deux en série de manière que la tension aux bornes des lampes est de 75 volts environ. L'armoire située à gauche du contrôleur dont il a été parlé plus haut contient un petit tableau de distribution en marbre qui porte deux commutateurs monopolaires réunis à un interrupteur qui commande toutes les lampes intérieures et, en outre, un interrupteur pour chaque compartiment et pour les lanternes vertes. Le couvercle de cette armoire reste ouvert pendant la marche dans la cabine de manœuvre occupée par le conducteur.

L'éclairage extérieur de la voiture est assuré par deux grosses lanternes à réflecteur munies de verre blanc et fixées aux deux extrémités, au-dessus des tampons. Il existe encore à la hauteur du toit deux lanternes vertes. Toutes ces lanternes contiennent chacune deux lampes de 32 bougies montées sur des circuits séparés, de manière qu'elles ne puissent jamais s'éteindre toutes les deux à la fois.

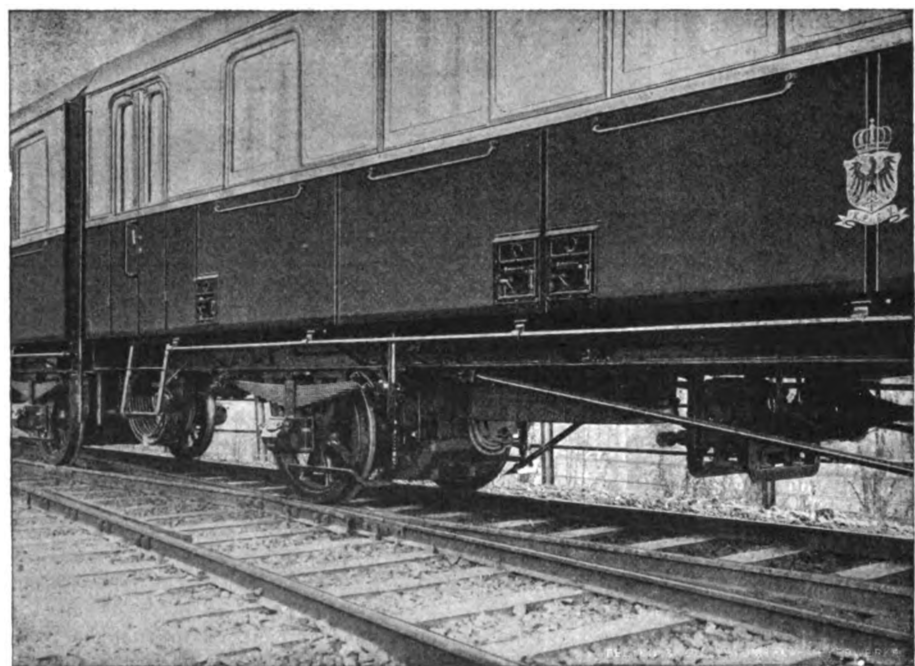


Fig. 21. — Montage du moteur, du compresseur et des résistances sous le châssis de la voiture.

Les cabines de manœuvre sont éclairées chacune par une lampe de 32 bougies; en outre, les instruments de mesures sont éclairés intérieurement. Ces lampes et celles des lanternes réglementaires extérieures sont sous la dépendance du rouleau inverseur du combinateur. Lorsque ceux-ci sont dans la position de repos, seules, les deux lampes des cabines de manœuvre sont allumées. A la mise en marche, les lanternes extérieures du côté correspondant à la marche s'allument aussitôt que le conducteur a manœuvré le rouleau inverseur. En même temps la lampe de la cabine de manœuvre qui n'est pas occupée s'éteint.

Les dispositions générales de la voiture sont celles du projet de Wittfeld, Geh. Oberbaurat; la construction du wagon est due aux ateliers des frères Gastell, à Mombach, près Mayence, et l'équipement électrique provient de la maison Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G., de Francfort-sur-le-Mein.

Cette voiture fait honneur à ceux qui l'ont conçue et construite. Les essais qui ont eu lieu ces jours derniers ont donné des résultats tout à fait satisfaisants. On a pu vérifier notamment que la consommation d'énergie est de 12 watts-heure par tonne-kilomètre à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure.

CHAUFFAGE ET ÉCLAIRAGE.

CHAUFFAGE.

Stérilisateur d'air à chauffage électrique, SYSTÈME SALLÉ (brevet français, 1908). — Parmi les progrès récents de la stérilisation, il convient de noter la stérilisation de l'air des salles d'opérations chirurgicales.

Les précautions multiples dont on entoure ces opérations laissent encore place à quelque inquiétude, car l'air qui vient au contact des chairs ne paraît pas rigoureusement débarrassé de toutes les bactéries. Il était donc intéressant de chercher un procédé de stérilisation de cet air qui donnât une sécurité absolue aux salles d'opérations et permît à la rigueur d'opérer même dans une pièce quelconque, si le transport du blessé n'était pas possible.

La stérilisation de l'air exige simplement qu'il soit porté à la température de 160° environ. Il suffirait donc de faire passer l'air à travers un conduit où il serait porté à la température voulue; mais les moyens ordinaires de chauffage présentent de nombreuses difficultés. Si l'on chauffe par un poêle à charbon, à alcool, à pétrole, en un mot, avec un combustible quelconque, on ne peut effectuer la stérilisation dans la pièce même à stériliser, ou bien il est nécessaire d'évacuer tous les produits de la combustion. Ceci conduit à des dispositifs compliqués qui rendent déjà, dans les salles spéciales, leur réalisation très difficile; à plus forte raison, s'il s'agit d'effectuer la stérilisation dans une pièce quelconque, non préparée à cet effet.

L'emploi du chauffage par l'électricité écarte tous ces inconvénients et il suffit, pour obtenir la stérilisation, de disposer de l'énergie électrique, ce qui actuellement se rencontre le plus fréquemment.

Il n'y a d'abord aucune préoccupation à avoir touchant les risques d'incendie et il n'y a pas ensuite de produits de combustion à évacuer. Il suffit de faire passer l'air à travers un cylindre dont l'intérieur contient des résistances chauffées par le passage du courant.

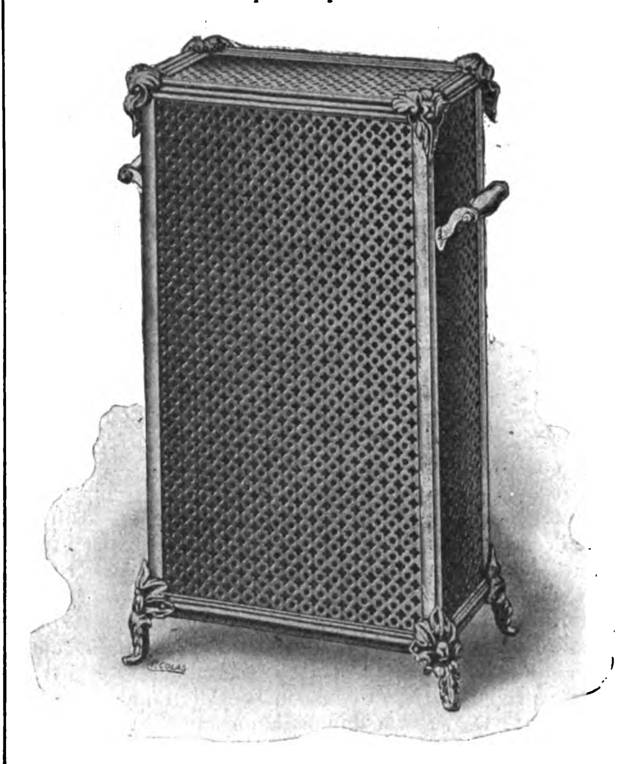
Le chauffage par l'électricité, au moyen de résistances métalliques par exemple, ne dégage aucun produit. La chaleur est due uniquement à l'effet Joule.

En plaçant l'appareil au voisinage du sol, le brassage se fait automatiquement et, au bout d'un certain temps, l'air de la pièce est complètement stérilisé, comme le peut prouver son examen bactériologique. La disposition en chicane des résistances et la longueur du conduit sont une garantie que l'air a bien été porté, dans toutes ses parties, à la température de stérilisation.

On peut disposer, à l'entrée et à la sortie du conduit, des filtres en ouate d'amiante, par exemple, pour arrêter les poussières. On peut encore placer, à la sortie, des tissus imprégnés de substances stérilisatrices spéciales, que l'air entraîne et répand dans la pièce.

Pour la commodité du brassage de l'air, le conduit peut être disposé horizontalement ou obliquement au sol.

Si la disposition du conduit ou l'introduction des filtres ne permettent plus un mouvement suffisant de l'air, il convient d'employer un ventilateur pour en faciliter le déplacement. Le ventilateur peut être employé, même si le mouvement a lieu, en vue de l'activer et de rendre la stérilisation plus rapide.



Enfin il est avantageux de laisser à la sortie de l'appareil une chambre, dite *chambre de mélange,* où par un procédé quelconque, par inclinaison de lames, par exemple, l'air est mélangé. On loge dans cette chambre un thermomètre, qui permet de régler l'admission de l'air ou l'intensité du courant, pour que la température de l'air corresponde bien à celle de la stérilisation.

La consommation est d'ailleurs relativement faible. Ainsi, avec 10 ampères et 110 volts, on peut stériliser en moins de 3 heures une pièce de 50^{m^3}. Il est certain qu'on peut toujours disposer de 3 heures pour effectuer une stérilisation avant opération; s'il n'en était pas ainsi, il serait facile, en augmentant la consommation, de diminuer proportionnellement la durée nécessaire pour une bonne stérilisation.

Le Dr Sartory a effectué d'ailleurs un grand nombre d'expériences de contrôle avec un appareil de 10 am-

pères 110 volts seulement, dans une salle de 100$^{m^3}$. La température de l'air à la sortie du stérilisateur était de 175° à 180°. Les résultats moyens de ces essais sont les suivants : le nombre de bactéries, qui était primitivement de 40000 à 50000 par mètre cube, est descendu à 10000 environ au bout de 1 heure et à 1000 au bout de 2 heures. Dans la plupart des cas, la stérilisation était complète au bout de 2 heures.

Le Dr Sartory, en publiant les résultats complets de ses premières expériences, fera le compte rendu de celles qui sont en cours actuellement et qui sont relatives au détail des espèces microbiennes (champignons inférieurs, mucédinées, bactéries, etc.) qu'il a rencontrées dans l'air des salles où les expériences ont été faites.

La stérilisation de l'air doit se produire d'une manière analogue, mais moins complète néanmoins, lorsque l'on utilise les radiateurs électriques pour le chauffage des appartements. Dans le cas du radiateur, la stérilisation sera d'autant mieux réalisée que la surface des résistances électriques sera plus grande, si leur disposition vient aider au mouvement de l'air. Un radiateur, comme celui qui est présenté ici (*fig.* 1), est un agent de stérilisation. Le chauffage électrique, si commode et si propre, est donc particulièrement hygiénique; il convient de le recommander pour les chambres à coucher et plus spécialement pour les chambres d'enfants et de malades. G. Goisot.

ÉCLAIRAGE.

Les sources de lumière artificielle sont-elles plus riches en radiations ultra-violettes que la lumière solaire? par W. Vœge (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 13 août 1908, p. 779). — La solution de ce problème a certainement un grand intérêt pour les électriciens en général, puisque la fourniture de l'éclairage constitue une de leurs principales attributions; nous avons déjà signalé, dans le numéro du 15 mars 1908 de *La Revue électrique*, les travaux de MM. Schanz et Stockhausen sur la composition spectrale des sources de lumière artificielle et sur les dangers qu'elles présentent pour la vue à cause de la trop forte proportion de rayons ultra-violets qu'elles contiennent. Ce sujet a donné lieu à une vive discussion au XVIe Congrès annuel du Verbandes Deutscher Elektrotechniker, tenu à Erfurt dans le courant de l'été dernier (1). Bien que les divers orateurs n'aient pas pu apporter de réfutations précises contre la thèse de ces auteurs, il se dégage néanmoins cette opinion presque unanime que les rayons ultra-violets n'ont pas sur la vue une influence aussi nuisible qu'on le croit en général. Tel est l'avis, par exemple, du Dr Hertel, qui prépare actuellement un grand travail sur ce sujet dans sa clinique d'Iéna. M. Axmann, ingénieur de la maison Schott et Gen., d'Iéna également, déclare avoir travaillé longtemps avec des lampes à vapeur de mercure en quartz et des lampes Uviol, toutes deux éminemment riches en radiations ultra-violettes, sans éprouver aucune fatigue. Il suffit de suspendre ces lampes à une hauteur convenable; à 1m,30 ou 1m,50, elles n'offrent plus aucun danger, car l'air a absorbé déjà la majeure partie du spectre invisible; pour les très petites longueurs d'onde, cette absorption a lieu sur une épaisseur de 1cm à 2cm. Ce qu'il faut éviter, c'est de fixer directement une source lumineuse de grande intensité, électrique ou autre. Un autre problème, qui devait même à notre avis primer le premier, est également resté sans réponse décisive, à savoir : les lumières artificielles sont-elles plus riches en radiations violettes que la lumière diffuse du soleil telle que nous la renvoient les différents objets qui couvrent la terre? On comprend tout l'intérêt qui s'attachait à cette question, car, si l'on arrivait à établir que la lumière solaire qui nous éclaire depuis des siècles est plus riche en radiations invisibles que toutes les sources artificielles, l'innocuité de celles-ci était par là même démontrée.

MM. Schanz et Stockhausen ont complètement négligé cette étude comparative du plus haut intérêt; ils ont d'ailleurs avoué qu'ils n'avaient pas pu imager une méthode susceptible de donner de bons résultats.

Depuis, M. Vœge a repris à son tour cette question, et il semble avoir démontré que la lumière du soleil, soit diffusée par ciel bleu ou couvert, soit regardée directement, est toujours plus riche en rayons invisibles que la lumière de nos lampes, à l'exception de quelques types spécialement étudiés pour les reproductions photographiques.

Pour la première série d'expériences, il emploie le dispositif de la figure 1. Deux écrans blancs, *a* et *b*,

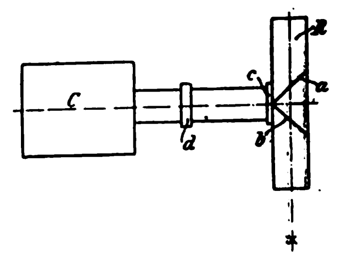


Fig. 1. — Dispositif de Vœge pour comparer la lumière solaire à la lumière d'une source artificielle.

sont disposés à l'intérieur d'un tube noirci R; *a* est dirigé vers le ciel sous une inclinaison de 30° environ; *b* reçoit la lumière de la source à comparer. On projette l'image de ces deux écrans à l'aide d'une lentille de

(1) On trouvera la communication de MM. Schanz et Stockhausen dans l'*E. T. Z.* du 13 août 1908, p. 777, et la discussion qui l'a suivie dans le numéro du 27 août 1908, p. 846. Le verre protecteur qu'ils ont lancé sur le marché sous le nom de verre *euphos* est d'une nuance légèrement vert jaunâtre; il doit son pouvoir absorbant pour les rayons ultra-violets, non pas à sa couleur, mais à sa composition qui varie d'un type de lampe à un autre. Il renferme probablement de l'oxyde de fer; son emploi n'entraîne pas à une perte de lumière supérieure à 3 ou 5 pour 100, d'après les auteurs. Il est fabriqué par les Glasshüttenwerke Gebr. Putzler G. m. b. H. à Penzig (Silésie autrichienne). La maison Schott et Gen., d'Iéna, fournit des verres dont les propriétés sont à peu près identiques; mais leur nuance est orangée. Ils n'altèrent pas la coloration générale des objets quand on a pris l'habitude de les porter comme lunettes.

quartz, sur le verre dépoli de la chambre noire C, et l'on déplace *b* jusqu'à obtenir l'égalité d'éclairement. On substitue une plaque sensible au verre dépoli. Tous les clichés sont révélés de la même manière, dans le même bain et dans le même temps. L'éclairement et la durée du développement sont choisis de telle sorte qu'il y ait proportionnalité entre le degré de noircissement de la plaque et l'intensité des radiations. Dans certains essais, l'auteur a supprimé les radiations de longueurs d'onde comprises entre $0^{\mu},5$ et $0^{\mu},37$ par interposition en *d* d'une solution jaune vert de nitrosodiméthylaniline, qui laisse passer tout le spectre à partir des lignes H et K presque sans affaiblissement.

Pour se rendre compte du degré d'absorption des rayons ultra-violets par le verre des fenêtres on place en *c* une plaque de 2^{mm} d'épaisseur qui couvre la moitié supérieure du champ des deux faisceaux, et sur la moitié inférieure on dispose une plaque de quartz pour compenser les pertes par réflexion sur la première. L'auteur a éprouvé parfois des difficultés à établir l'égalité d'éclairement, à cause des colorations différentes des deux plages; dans ce cas, il a forcé l'éclairage du côté de la source artificielle pour la mettre toujours dans les meilleures conditions. De ces expériences il résulte que la lumière des lampes à incandescence électriques ou à gaz et la plupart des lampes à arc contiennent moins de rayons ultra-violets que la lumière du jour. Il faut en excepter la lampe Regina et la lampe à vapeur de mercure en quartz, et encore la différence est-elle très faible quand on les compare à la lumière diffusée par un ciel bleu. L'auteur croit donc pouvoir tirer cette conclusion générale : si les lampes sont disposées de façon à être cachées à l'œil, tout en produisant sur la table de travail un éclairement égal à celui de la lumière du jour, on recevra moins de rayons ultra-violets dans le premier cas que dans le second. En fait, l'éclairage indirect ou semi-indirect n'a jamais causé de troubles de la vue, même après un long usage. Ce qu'il faut éviter, ce sont les lumières qui ne proviennent pas d'un corps solide incandescent, c'est-à-dire qui présentent un spectre de lignes au lieu d'un spectre continu, quelle que soit d'ailleurs leur coloration générale. La fatigue de l'œil, pour celui qui s'éclaire avec une lampe de table ou suspendue, provient bien plutôt de l'inégalité d'éclairement que des rayons ultra-violets.

La seconde série de recherches a eu pour but de déterminer l'intensité et les longueurs d'onde des rayons ultra-violets entrant dans l'œil dans un temps donné : 15 secondes. A cet effet, on reçoit d'abord sur la fente étroite du spectroscope à lentilles et prismes de quartz la lumière du soleil réfléchie par une surface miroitante telle que celle d'un métal poli, puis directement la lumière émanée d'une source quelconque sans globe et placée à une distance convenable. Pour les lampes à incandescence électriques et à gaz, cette distance a été choisie égale à 40^{cm}; pour les petites et grandes lampes à arc, 60^{cm} et 100^{cm}.

L'auteur a constaté encore que toutes les sources artificielles donnent moins de rayons ultra-violets que la lumière solaire, même lorsque celle-ci est filtrée par une plaque de verre de 2^{mm} d'épaisseur. Enfin, pour se placer encore dans des conditions plus rapprochées de la réalité, on a repris cette même expérience, mais en recevant sur la fente élargie du spectroscope la lumière diffusée par un escalier en pierre; la durée de pose était de 40 secondes; on a photographié également les spectres d'un arc lilliput de 3 ampères avec globe à une distance de 1^{m} et d'un arc à flamme jaune de 12 ampères avec globe, la durée de pose étant 40 secondes. Les clichés développés simultanément ont montré que le spectre solaire obtenu dans ces conditions est à la fois plus étendu et plus intense que tous les autres. Son action sur la vue est donc infiniment supérieure à celle d'un arc à flamme jaune de 2000 bougies dont on fixe directement le globe à une distance de 2^{m}; cependant, nous supportons sans inconvénient l'action prolongée des rayons réfléchis, au mois de juillet, par exemple, par les murs blancs des maisons ou la poussière des routes. Que si l'arc à flamme nous semble trop intense et désagréable, il faut plutôt en chercher la cause dans la différence des éclairements qu'il produit, tandis que le soleil répartit ses rayons uniformément dans tout l'espace environnant. Mais l'influence nocive qu'exerce sur notre œil le passage brusque de la lumière à l'obscurité ou *vice versa* est un problème d'un autre ordre; pour le moment, l'auteur semble avoir bien démontré que les effets nuisibles attribués à nos sources de lumière artificielle par MM. Schanz et Stockhausen sont certainement exagérés. B. K.

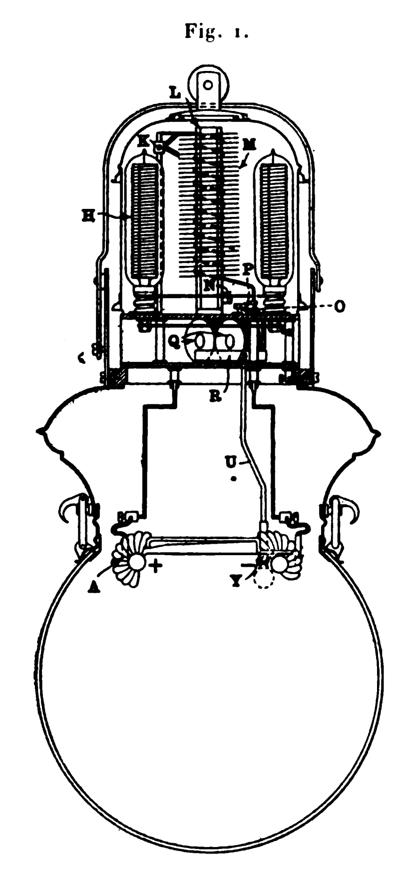
Procédé pour la fabrication de filaments en tungstène, par A. JUST et F. HANAMAN (brevet américain 878463, déposé le 7 janvier 1907, délivré le 4 février 1908). — On recouvre de tungstène un filament de carbone, puis on chauffe le filament au moyen d'un courant électrique dans une atmosphère réductrice; le carbone du noyau est ainsi converti en carbure de tungstène. On chauffe ensuite dans un mélange d'hydrogène et d'une petite quantité de vapeur d'eau : le carbure est oxydé en donnant de l'oxyde de carbone et du tungstène métallique. On peut suivre la disparition du carbone en mesurant la résistance électrique du filament, laquelle va en augmentant à mesure que le carbure de tungstène est décomposé.

Lampe à mercure à tube en quartz (*Electrical Engineering*, t. IV, 26 novembre 1908, p. 704). — La figure donne une coupe d'une lampe de ce genre, construite par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

Le tube lumineux en quartz a, suivant les modèles, une longueur variant de $7^{cm},5$ à 15^{cm}. Il est suspendu horizontalement à une monture métallique portant un réflecteur et des capuchons métalliques A assurant le refroidissement des ampoules que porte le tube à ses extrémités. Cette monture peut osciller autour d'un axe sous l'action d'une tige U terminée par un crochet Y et attachée à l'armature R d'un électro-aimant Q. Dans le chapeau de la lampe se trouvent : une bobine de réactance L dont le noyau N agit sur une pièce de fer O intercalée dans le circuit de l'électro-aimant Q, une résistance en manganine M avec contact glissant K, enfin six résistances en fil de fer placées dans des tubes vides d'air et reliés ensemble en parallèle. La bobine de

réactance, la résistance en manganine et l'ensemble des résistances en fil de fer sont disposés en série sur le circuit du tube; l'électro-aimant Q est en parallèle avec ce tube.

Fig. 1.



Lorsqu'on lance le courant dans la lampe, il ne traverse pas le tube de quartz, la conductibilité de la vapeur de mercure qu'il renferme étant trop faible à froid. Par suite, le courant bifurque par l'électro-aimant Q et celui-ci fait basculer le tube de quartz de manière à faire couler le mercure de l'ampoule positive à l'ampoule négative. Un courant plus intense traverse alors la lampe, et le noyau de fer doux N, en agissant sur la pièce métallique O, coupe le circuit de l'électro-aimant Q qui laisse revenir le tube de quartz dans la position horizontale.

L'arc est alors amorcé, mais la différence de potentiel qu'il absorbe n'est encore que d'environ 30 volts, alors qu'en marche normale cette différence de potentiel est de 85 à 90 volts pour les lampes à 110 volts et de 165 à 185 volts pour celles à 220 volts. L'intensité du courant au début est donc plus grande que l'intensité normale. Mais les résistances en fil de fer ne tardent pas à s'échauffer et, comme la résistance du fer augmente en même temps que la température, elles diminuent l'intensité du courant dans de larges limites. Pendant ce temps, le mercure du tube s'échauffe, la pression de la vapeur de mercure augmente et la différence de potentiel absorbée par l'arc augmente. L'intensité du courant diminue par suite et les fils de fer se refroidissent jusqu'au moment où l'intensité atteint sa valeur normale. Les résistances en fil de fer jouent donc pendant la période d'établissement du régime normal un rôle régulateur analogue à celui qu'elles jouent dans les lampes Nernst. Toutefois ces résistances ne sont pas absolument nécessaires et ne sont employées que dans les lampes absorbant plus de 3,5 ampères sous 220 volts ou 4 ampères sous 110 volts.

Le contact glissant de la résistance en manganin permet d'ajuster cette résistance de manière à pouvoir faire fonctionner normalement une même lampe avec des tensions d'alimentation très différentes. Ainsi on peut faire fonctionner sous 220 volts une lampe construite pour 120 volts, en ayant soin de déplacer le curseur de manière que toutes les spires de la résistance soient en série.

Quant à la bobine de réactance, elle a pour but d'atténuer les variations brusques de la tension d'alimentation, variations qui pourraient provoquer l'extinction de la lampe.

Comme le fonctionnement régulier de la lampe avec une intensité et sous une tension données dépend de la vitesse du refroidissement des ampoules où se condense la vapeur de mercure, il est indispensable de maintenir à peu près constantes les conditions de refroidissement. Ainsi il faut se garder d'enlever le globe entourant le tube ou de faire fonctionner la lampe avec un globe cassé; il ne faut pas non plus installer en plein air une lampe construite pour fonctionner à l'intérieur. Il convient également de ne pas toucher le tube de quartz avec les doigts, car l'humidité de ceux-ci donne lieu à des marques qui apparaissent quand la lampe est chaude et qu'on ne peut faire disparaître, le quartz étant alors chimiquement attaqué; on peut toutefois éviter ces traces si l'on a soin, avant de mettre la lampe en fonction, de bien essuyer les tubes avec un tampon imbibé d'alcool.

Pour l'éclairage, les tubes sont toujours enfermés dans un globe de verre qui a pour effet d'absorber la majeure partie des rayons ultra-violets émis en abondance par l'arc au mercure. Mais, si l'on veut précisément utiliser les propriétés de ces rayons ultra-violets, le globe fermé est supprimé ou remplacé par un globe ouvert de forme appropriée à l'usage auquel on destine la lampe. Parmi ces usages, signalons-en un qui sera particulièrement apprécié dans les colonies : la destruction des moustiques et des mouches, lesquels sont attirés par la lumière et tués par les rayons ultra-violets qui l'accompagnent.

VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Loi du 15 novembre 1908 conférant aux femmes l'éligibilité aux Conseils de prud'hommes et loi du 13 novembre 1908, modifiant l'article 40 de la loi du 27 mars 1907, concernant les Conseils de prud'hommes. (*Journal officiel* du 17 novembre 1908.)

Deux lois des 13 et 15 novembre 1908 ont modifié les articles 6 et 40 de la loi du 27 mars 1907 de la façon suivante :

ART. 6. — Sont éligibles, à condition de résider depuis 3 ans dans le ressort du Conseil :

1° Les électeurs âgés de 30 ans sachant lire et écrire, inscrits sur les listes électorales spéciales et justifiant des conditions requises pour y être inscrits;

2° Les anciens électeurs n'ayant pas quitté la profession depuis plus de 5 ans et l'ayant exercé 5 ans dans le ressort.

ART. 40. — Les actes de procédure, les jugements et actes nécessaires à leur exécution sont rédigés sur papier visé pour timbre et enregistrés en débet. Le visa pour timbre est donné sur l'original au moment de son enregistrement.

Par exception, les procès-verbaux, jugements et actes seront enregistrés gratis toutes les fois qu'ils constateront que l'objet de la contestation ne dépasse pas la somme de vingt francs (20^{fr}).

Ces dispositions sont applicables aux causes portées en appel ou devant la Cour de Cassation.

La partie qui succombe est condamnée aux dépens envers le Trésor.

Les paragraphes qui précèdent sont applicables à toutes les causes qui sont de la compétence des Conseils de prud'hommes et dont les juges de paix sont saisis dans les lieux où ces Conseils ne sont pas établis, et ce, conformément à l'article 27 de la loi du 22 janvier 1851.

L'assistance judiciaire peut être accordée devant les Conseils de prud'hommes dans les mêmes formes et conditions que devant les justices de paix.

La partie assistée judiciairement pourra obtenir du bâtonnier de l'ordre la commission d'un avocat pour présenter ses moyens de défense devant le bureau de jugement du Conseil de prud'hommes.

Les demandes qui sont de la compétence de Conseils de prud'hommes et dont les juges de paix sont saisis dans les lieux où ces Conseils ne sont pas établis, sont formées, instruites et jugées, tant devant la juridiction de première instance que devant les juges d'appel ou la Cour de cassation, conformément aux règles établies par les dispositions du présent titre (1).

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes nommant une Commission interministérielle chargée d'élaborer le texte d'une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques.

(1) La nouvelle loi a ajouté ce dernier paragraphe à l'article 40.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu le décret du 11 juillet 1907 sur la sécurité des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, et notamment l'article 13 dudit décret;

Vu l'avis du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale;

Vu l'avis du Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des Routes, de la Navigation et des Mines,

Arrête :

ART. 1er. — Il est institué, auprès du Ministère des Travaux publics, une Commission interministérielle temporaire chargée d'élaborer le texte d'une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques.

ART. 2. — Cette Commission est ainsi composée :

MM.

Weiss (Georges), membre de l'Académie de Médecine, président.

Le Dr Langlois (J.-L.), agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

Leclerc de Pulligny, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, secrétaire de la Commission d'Hygiène industrielle.

Zacon, inspecteur départemental du travail de la circonscription de Paris.

Monmerqué, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, secrétaire du Comité permanent d'Électricité.

Weiss (Paul), ingénieur en chef des Mines, membre du Comité permanent d'Électricité.

Maureau, ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes, membre du Comité permanent d'Electricité.

Devaux-Charbonnel, ingénieur des Postes et des Télégraphes, membre du Comité permanent d'Électricité.

Brylinski, directeur du Triphasé, membre du Comité permanent d'Électricité.

Cordier, directeur de la Société Énergie électrique du littoral méditerranéen, membre du Comité permanent d'Électricité.

Harlé, de la maison Sautter, Harlé et Cie, membre du Comité permanent d'Électricité.

Hillairet, ingénieur constructeur, membre du Comité permanent d'Électricité.

Paris, le 23 novembre 1908.

LOUIS BARTHOU.

(*Journal officiel* du 28 novembre 1908.)

ANNEXE N° 3
à la circulaire ministérielle
du 25 octobre 1908 (1).

État des renseignements à joindre à une demande tendant à l'approbation des projets des ouvrages d'une distribution d'énergie électrique à établir sur le domaine public (1).

(1) Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Département de ... — Distribution d'énergie électrique de... à... — Demande en approbation de projet. — M... demeurant à..., pétitionnaire.

Je soussigné (¹) ....
demeurant à .... et faisant élection de domicile à ....
rue .... n°...... déclare fournir les renseignements suivants en conformité de la circulaire ministérielle du 25 octobre 1908, et à l'appui de ma demande du .... tendant à obtenir l'approbation des projets des ouvrages à établir sur le domaine public pour une distribution d'énergie électrique, dans le département de ...., ladite distribution étant destinée à (²)........................; et ladite distribution ayant été autorisée (³)....................

Réseau de ....

(Mettre ici le nom du réseau.)

dans les départements de ....

Ligne de (⁴).................. à (⁴)....................

dans les départements et communes indiqués ci-après :

Départements.	*Communes.*
....	....

(¹) Nom et prénoms.

(²) Trois cas peuvent se présenter : éclairage, force motrice, tous usages.

(³) Décret de concession en date du... ou permission de voirie en date du...

OBSERVATION IMPORTANTE. — La pétition et tous les documents qui l'accompagnent (Mémoires, calculs, Cartes, plans, dessins-croquis, etc.) ne doivent pas avoir en largeur une dimension supérieure à $0^m,21$ et à $0^m,31$ en hauteur après pliage.

(⁴) Indiquer les points extrêmes.

Longueur de la (ou des) ligne dans le département de..... ....kilomètres.

Renseignements complémentaires sur le réseau (la ligne ou les lignes) faisant l'objet de la présente demande :

....

OBSERVATION GÉNÉRALE. — (Dans les renseignements qui suivent, rayer ce qui ne s'applique pas à l'espèce).

I. — Renseignements généraux sur la distribution.

A. — *Source de l'énergie.*

1° Emplacement de la source d'énergie.

2° Nature et puissance de la source d'énergie.

B. — *Système de distribution.*

1° Définition du système et description générale de la distribution.

(Indiquer le nombre de fils, l'existence ou non de lignes de tensions différentes, de sous-stations, postes de transformation, etc.)

2° Transformateurs.

I. Emplacement et puissance; rapport de transformation.

1. Mode d'installation :

a. Dans un bâtiment séparé.

b. Sur supports.

c. Dans les immeubles.

C. — *Renseignements sur la distribution au point de vue des voies publiques empruntées et de la nature du courant.*

VOIES PUBLIQUES empruntées.		VOIES PUBLIQUES traversées.		LIEUX HABITÉS traversés.		COMMUNE.	RENSEIGNEMENTS sur le courant qui doit suivre les conducteurs à établir dans les parties de voie publique indiquées ci-contre.			NATURE de la ligne (¹).	OBSERVATIONS.
Désignation.	Longueur.	Désignation.	Emplacement.	Désignation.	Population.		Nature du courant.	Fréquence dans le cas de courants alternatifs.	Différence maximum du potentiel efficace entre les conducteurs.		

(¹) Indiquer dans cette colonne s'il s'agit de transport ou de distribution, de première ou de deuxième catégorie.

NOTA. — Ce Tableau peut servir pour une seule ligne ou pour plusieurs lignes d'un même réseau.

Dans ce dernier cas, le pétitionnaire intercalera les pages nécessaires et groupera par ligne les voies publiques empruntées. Les diverses lignes seront séparées par un trait horizontal de façon que les renseignements relatifs à chaque ligne ressortent bien nettement.

D. — *Renseignements généraux au point de vue de la sécurite.*

1° Nature et emplacement des dispositions destinés à empêcher l'intensité ou la tension du courant de prendre une valeur anormale.	
2° Cas de distribution de deuxième catégorie desservant plusieurs agglomérations (art. 7 de l'arrêté technique du 21 mars 1908.) Nature de la communication directe et indépendante projetée entre l'usine et chacune des agglomérations importantes, Ou bien : Nature et emplacement des dispositifs destinés à empêcher, en cas de danger, l'arrivée du courant aux agglomérations importantes.	

III. — *Résistance mécanique des ouvrages dans le cas le plus défavorable*

(Art. 6 de l'arrêté du 21 mars 1908).

	PARTIES DE LA DISTRIBUTION ÉTABLIES											
	SUR TERRAINS privés.	SUR LES VOIES PUBLIQUES								SUR LE DOMAINE PUBLIC autre (¹) que les voies publiques.		OBSERVATIONS (²).
		LONGITUDINALEMENT				TRANSVERSALEMENT						
		dans les lieux habités			en dehors des lieux habités.	dans les lieux habités			en dehors des lieux habités.			
		sur voie publique proprement dite.	sur façades.	sur toitures.		sur voie publique proprement dite.	sur façades.	sur toitures.		Longitudinalement.	Transversalement.	
A. — Supports.												
1° Fatigue maximum des supports en bois												
1° Fatigue maximum des supports en fer.												
1° Fatigue maximum des consoles en fer												
2° Coefficient de sécurité ... (Art. 6, § Ier, de l'Arrêté du 21 mars 1908). *Voir* le détail des calculs à l'appui.												
B. — Conducteurs.												
1° Fatigue maximum.......												
2° Coefficient de sécurité ... (Art. 6, § Ier, de l'Arrêté du 21 mars 1908). *Voir* le détail des calculs à l'appui.												

(¹) Spécifier ce domaine dans la colonne « Observations ».
(²) Exprimer la fatigue maximum en kilogrammes par cm² pour le bois et par mm² pour les métaux.
La température moyenne admise pour la région (Art. 6 de l'Arrêté du 21 mars 1908, § Ier, *a*) a été prise à ...° C.
La température minimum admise pour la région (Art. 6, § Ier, *b*) a été prise égale à ...° C.

II. — *Détails techniques sur les diverses parties de la distribution.*

	PARTIES DE LA DISTRIBUTION ÉTABLIES											OBSERVATIONS (2).
	SUR TERRAINS privés.	SUR LES VOIES PUBLIQUES								SUR LE DOMAINE PUBLIC autre (1) que les voies publiques.		
		LONGITUDINALEMENT				TRANSVERSALEMENT						
		dans les lieux habités				dans les lieux habités						
		sur voie publique proprement dite.	sur façades.	sur toitures.	en dehors des lieux habités.	sur voie publique proprement dite.	sur façades.	sur toitures.	en dehors des lieux habités.	Longitudinalement.	Transversalement.	
A. — SUPPORTS.												
1° Nature des supports												
2° Distance normale entre deux supports consécutifs												
3° Distance maximum entre deux supports consécutifs												
B. — ISOLATEURS.												
1° Nature des isolateurs												
2° Type												
C. — CONDUCTEURS AÉRIENS.												
1° Nature du métal												
2° Diamètre des conducteurs en millimètres												
3° Résistivité maximum à 15° C. en microhms-centimètres												
D. — CONDUCTEURS SOUTERRAINS.												
I. — *Conducteurs nus.*												
1° Nature du métal												
2° Diamètre des conducteurs en millimètres												
3° Résistivité maximum à 15° C. en microhms-centimètres												
4° Mode de support												
II. — *Conducteurs recouverts.*												
1° Nature de l'âme des conducteurs												
2° Diamètre des âmes des conducteurs, en mm												
3° Résistivité maximum à 15° C. en microhms-centimètres												
4° Nature des diverses couches isolantes												
5° Épaisseur totale de ces couches												

(1) Spécifier ce domaine dans la colonne « Observations ».
(2) Il est rappelé que les parties traversant les voies ferrées font l'objet d'une demande spéciale et d'un état de renseignements séparé (Circulaire du Ministre des Travaux publics, en date du 5 septembre 1908).

Envoi

LA T

ET LES APPL

TÉLÉPHO

COURAN

Professeu

In-8 (23-14) de xi-386

Extrai

Depuis deux ans déjà, cette se
nous avions répondu à l'accueil qu'
pratiques des ondes électriques. N
n'avoir pu trouver, jusqu'à ce jou
seconde édition. Cela nous a permis
façon plus exacte les différentes ques
de plus en plus nombreuses des ondes

En particulier, en télégraphie sans fil,
complet des déterminations des longueur
tante question de l'amortissement et du
réalisation d'un accouplement. C'est seulem
que possible de ces grandeurs que l'on peu
effets sélectifs. Les récentes et si intéressan
faire, ces derniers mois, la marine française
nons le détail et les résultats), n'ont dû d'être
fait inespéré auquel elles ont conduit, qu'au soi
ments étaient réalisés et mesurés en mettant en
sur la courbe de résonance que M. Tissot a su re

Tout en conservant le plan général de l'Ouvrage
large part à la télégraphie sans fil. Après une étu
électriques, des modes de production et d'observatio
nous présentons les principes de leur application à la
fil. Dans trois Chapitres, nous étudions alors succe
des dispositifs de télégraphes sans fil, les questions
d'accouplement, qui nous conduisent naturellement à

II (suite). — *Détails techniques sur les diverses parties de la distribution.*

	PARTIES DE LA DISTRIBUTION ÉTABLIES											OBSERVATIONS ([2]).
	SUR TERRAINS privés.	SUR LES VOIES PUBLIQUES								SUR LE DOMAINE PUBLIC autre ([1]) que les voies publiques.		
		LONGITUDINALEMENT				TRANSVERSALEMENT						
		dans les lieux habités			en dehors des lieux habités.	dans les lieux habités			en dehors des lieux habités.			
		sur voie publique proprement dite.	sur façades.	sur toitures.		sur voie publique proprement dite.	sur façades.	sur toitures.		Longitudinalement.	Transversalement.	
D. — CONDUCTEURS SOUTERRAINS (*suite*).												
III. — *Câbles armés.*												
1° Nature de l'âme des conducteurs...............												
2° Diamètre des âmes des conducteurs...............												
3° Résistivité maximum à 15° C., en microhms-centimètres............												
4° Nombre et disposition relative des conducteurs..												
5° Nature des couches isolantes.................												
6° Épaisseur totale de la couche isolante.......												
7° Épaisseur de la chemise en plomb..............												
8° Épaisseur de la couverture protectrice intermédiaire												
9° Épaisseur de l'armature métallique............												
10° Nature et épaisseur de la couverture extérieure...												
IV. — *Conduite souterraine.*												
1° Nature de la conduite souterraine................												
2° Dimensions. Haut^r intérieure												
2° Dimensions. Larg^r intérieure												
2° Dimensions. Épaisseur......												
3° Précautions prises pour assurer la ventilation de la conduite souterraine.												
4° Précautions projetées pour assurer l'écoulement des eaux introduites accidentellement...........												

([1]) Spécifier ce domaine dans la colonne « Observations ».

([2]) Il est rappelé que les parties traversant les voies ferrées font l'objet d'une demande spéciale et d'un état de renseignements séparé (Circulaire du Ministre des Travaux publics, en date du 5 septembre 1908).

IV. — *Voisinage des lignes télégraphiques ou téléphoniques.*

1° Indiquer les sections où les conducteurs d'énergie électrique aériens seront établis dans la zone de 10^{m} en projection horizontale située de chaque côté d'une ligne télégraphique ou téléphonique aérienne.

Donner, pour chacune de ces sections, la distance maximum auxdites lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Dans le cas de courants de deuxième catégorie, indiquer les mesures projetées pour empêcher tout contact éventuel entre elles et les conducteurs d'énergie.

2° Indiquer les sections où les conducteurs d'énergie électrique aériens suivent parallèlement une ligne télégraphique ou téléphonique à une distance inférieure à 2^{m} de cette ligne, ainsi que les points de croisements desdits conducteurs avec les lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Faire connaître les précautions projetées en vue d'éviter dans ces sections et en ces points tout contact éventuel entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques ou téléphoniques notamment la longueur de la portée, le diamètre des conducteurs d'énergie et les dimensions des systèmes protecteurs, dans les deux cas suivants :

SECTIONS (1).	DISTANCE minimum.

	POINTS de croisement		PRÉCAUTIONS projetées.
	au-dessus des lignes de l'État.	au-dessous des lignes de l'État.	
A. Cas de courants de première catégorie.			

	POINTS de croisement		PRÉCAUTIONS projetées.
	au-dessus des lignes de l'État.	au-dessous des lignes de l'État.	
B. Cas de courants de deuxième catégorie.			

3° Indiquer les sections ou la canalisation souterraine d'énergie électrique est à moins de 1^{m} en projection horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique souterraine. Faire connaître pour chacune des sections la distance minimum auxdites lignes télégraphiques ou téléphoniques et les dispositions projetées pour assurer la sécurité de leur fonctionnement et de leur entretien.

SECTIONS (1).	DISTANCE minimum.

4° Indiquer les points de croisement de la canalisation souterraine d'énergie électrique avec les lignes télégraphiques ou téléphoniques souterraines. Faire connaître pour chacun de ces points la distance minimum auxdites lignes télégraphiques ou téléphoniques.

POINTS.	DISTANCE minimum.

POINTS.	PRÉCAUTIONS projetées.

5° Indiquer les précautions spéciales projetées pour éviter les dérivations à ceux de ces points pour lesquels la distance est inférieure à 50^{cm}.

6° Indiquer les précautions prises pour éviter l'induction.

7° Indiquer les parties du réseau qui ne sont pas constituées par des conducteurs voisins parcourus par des courants égaux et de sens contraire, ou plus généralement par des courants dont la somme algébrique est constamment nulle.

(1) Les extrémités de chaque section devront être désignées par des lettres correspondantes sur le plan joint à la demande.

V. — *Voisinage de pièces métalliques importantes (Conduites d'eau, de gaz, etc.).*

	POINTS et pièces métalliques intéressés.	PRÉCAUTIONS projetées.
1° Indication des points spéciaux où les conducteurs d'énergie électrique seront à moins de 50cm des pièces métalliques. 2° Précautions spéciales pour éviter les dérivations en ces points.		

VI. — *Contrôle.*

	POINTS.	PRÉCAUTIONS projetées.
Moyens mis par le permissionnaire à la disposition du service de contrôle, soit dans l'usine, soit sur la voie publique, pour mettre ce service en mesure de faire toutes les vérifications intéressant la sécurité, notamment : 1° Mesure de la grande valeur que peut atteindre la différence de potentiel efficace entre les conducteurs. 2° Mesure de l'isolement des tronçons du réseau.		

J'indique dans les pièces annexes ci-jointes [1] le système de distribution, la section des conducteurs et les intensités de courant dans les diverses branches du circuit quand le réseau fonctionnera à pleine puissance.

J'indique également les sections de lignes télégraphiques ou téléphoniques aériennes ou souterraines qui seront placées dans la zone de 10m ou qui les croiseront et leur distance aux conducteurs d'énergie électrique dont je demande l'établissement.

Enfin, je donne les renseignements détaillés ci-dessous sur les points particuliers de la distribution, tels que traversées de voies publiques, de rivières, etc.;

Traversées de voies publiques;

Traversées de cours d'eau navigables et de canaux de navigation. Hauteur minimum des conducteurs au-dessus des plus hautes eaux navigables.

A , le 19 .

N.-B. — Joindre les calculs, mémoires, plans, dessins et croquis nécessaires à la justification de la distribution, à son emplacement, les dispositions de ses ouvrages, etc.

(1) Nomenclature des pièces jointes à la présente demande :
1°
2°
3°
4°
5°
6°

ANNEXE N° 4
à la Circulaire ministérielle
du 25 octobre 1908.

Modèle d'autorisation pour l'exécution des projets d'une distribution d'énergie électrique.

L'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique dans le département d................

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et le décret du 3 avril 1908 portant règlement d'administration publique pour l'application de ladite loi et notamment l'article 34 dudit décret;

Vu le projet présenté à la date du ...... par M.......... en vue d'établir dans ... commune d..................... les ouvrages de distribution d'énergie électrique autorisée par (1)

Vu le procès-verbal de la conférence en date du.......... constatant l'accord entre les services intéressés et le demandeur (2)

Vu les engagements souscrits par le demandeur;

Vu la décision de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes en date du .... (2);

Autorise :

M............ à exécuter les ouvrages prévus au projet présenté le ...., à charge par lui de se conformer aux dispositions des arrêtés ministériels déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, ainsi qu'aux prescriptions spéciales ci-après (3).

Copie de la présente autorisation sera adressée à M........, ingénieur en chef des Télégraphes, et à M.................

A , le 19 .

ANNEXE N° 5
à la circulaire ministérielle
du 25 octobre 1908.

Modèle d'autorisation de circulation de courant dans les conducteurs d'une distribution d'énergie électrique.

L'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique dans le département d.................;

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et le décret du 3 avril 1908 portant règlement d'administration publique pour l'application de ladite loi, notamment l'article 42 dudit décret;

Vu les pouvoirs à lui délégués par M. le Préfet d........;

Vu le procès-verbal des essais faits le ...., après convocation des services intéressés. en présence de ...., en vue de la réception des ouvrages de distribution d'énergie électrique établis par M................,

Autorise :

M............. à faire circuler le courant dans les ouvrages établis conformément au projet dont l'exécution a été

(1) Indiquer la date des permissions ou de la concession autorisant la distribution.

(2) S'il y a accord entre les services intéressés, supprimer le visa concernant la décision du Ministre des Travaux publics, à moins que la tension de la distribution ne dépasse 30000 volts. S'il n'y a pas accord, supprimer le visa concernant la conférence et l'accord entre les services intéressés et le demandeur.

(3) Indiquer, s'il y a lieu, les conditions spéciales imposées pour l'établissement des ouvrages.

autorisée à la date du ...., sous réserve des prescriptions indiquées ci-après ([1]).

Copie de la présente autorisation sera adressée à M........, ingénieur en chef des Télégraphes et à M..................

A , le 19 .

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Société nantaise d'Éclairage et de Force pour l'électricité.* Assemblée ordinaire du 17 décembre, à 11h, rue Boudreau, 5, Paris.

Compagnie générale d'Électricité. Assemblée ordinaire le 19 décembre, à 3h30m, rue Chauchat, Paris.

L'Électrique de Montmorency. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire, du 11 juin 1908, nous extrayons ce qui suit :

Le nombre de polices souscrites durant cet exercice a été de 376, correspondant à une consommation de 8979 lampes de 10 bougies et nous avons actuellement, déduction faite des polices résiliées, 821 abonnés représentant 20316 lampes de 10 bougies.

Les recettes d'exploitation ont été de 100797fr,45 contre 64072fr,87 l'exercice précédent.

Les dépenses d'exploitation ont été de 60669fr,60 contre 42949fr,60 l'exercice précédent.

Les produits nets de l'exploitation sont de 40127fr,85 auxquels il faut ajouter pour intérêts divers 1201fr,95. Total : 41329fr,80. En déduisant de ce chiffre, la somme de 10815fr,25 pour attributions au Conseil, aux Commissaires des comptes et gratifications, il reste pour bénéfice de l'exercice une somme de 30514fr,55.

BILAN ARRÊTÉ AU 31 MARS 1908.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement............	924821,80
Installations chez les abonnés et travaux en cours.	84998,95
Magasin....................................	137275,65
Avances et dépôts..........................	605 »
Caisse.....................................	2906,70
Débiteurs, banquiers et divers.............	53573,30
Total de l'Actif..........	1204181,40

Passif.

	fr
Capital....................................	1000000 »
Amortissements.............................	26519,40
Créanciers divers..........................	152459,80
Dépôts des abonnés et cautionnements........	15202,20
Profits et pertes..........................	10000 »
Total du Passif..........	1204181,40

DÉTAIL DU COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Actif.

	fr
Jetons des administrateurs.................	5000 »
Rémunération des commissaires..............	1000 »
Gratifications.............................	4815,25
Bénéfice net de l'exercice 1907-1908........	30514,55
Total de l'Actif..........	41329,80

([1]) Indiquer, s'il y a lieu, les prescriptions spéciales à imposer au pétitionnaire pour assurer la sécurité de la circulation.

Passif.

	fr
Recettes de l'exploitation.................	100797,45
Dépenses de l'exploitation.................	60669,60
Produits nets de l'exploitation............	40127,85
Intérêts bonifiés par divers...............	1201,95
Total du Passif..........	41329,80

Avis commerciaux. — DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'OFFICE NATIONAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR ([1]). — N° 746. *Suède.* — Mouvement commercial, industriel et maritime de la Suède en 1906 ; produits français susceptibles de trouver des débouchés sur le marché suédois.

N° 747. *Italie.* — Mouvement commercial du port de Livourne en 1907 ; importation ; exportation ; commerce spécial avec la France ; observations générales ; navigation.

INFORMATIONS DIVERSES.

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 30 novembre au 11 décembre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
30 novembre......	63 15 »	66 10 »
1er décembre.....	63 12 »	66 10 »
2 »	63 » »	66 » »
3 »	62 17 6	66 » »
4 »	62 15 »	65 15 »
7 »	62 12 6	65 15 »
8 »	62 3 9	65 5 »
9 »	62 5 »	65 5 »
10 »	63 5 »	66 » »
11 »	63 3 »	66 » »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

Académie des Sciences. — Dans sa séance du 23 novembre, l'Académie des Sciences a procédé à l'élection d'un Membre de la Section de Physique en remplacement de H. Becquerel. Le premier tour de scrutin a donné les résultats suivants : M. Bouty, 37 suffrages; M. Villard, 9; M. Branly, 8.

M. Bouty, professeur à la Sorbonne, a été proclamé élu.

AVIS.

A vendre :

Deux machines à vapeur verticales Westinghouse, de 75 chevaux chaque.

S'adresser au Syndicat professionnel des Usines d'électricité, 27, rue Tronchet, Paris.

([1]) Ces documents sont tenus à la disposition des adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat général du Syndicat des Industries électriques, 11, rue Saint-Lazare.

Tome X. N° 120. — 30 décembre 1908.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Bien des dispositifs ont été imaginés en vue de maintenir une intensité constante dans un circuit où agit une force contre-électromotrice variable, force contre-électromotrice produite soit par une batterie d'accumulateurs en charge, soit par un moteur dont la charge et par suite la vitesse varient. Le **dispositif Felten et Guilleaume-Lahmeyer** (p. 456) est constitué par une sorte de survolteur-dévolteur dont le champ d'excitation est produit par deux enroulements agissant en sens inverses, l'un en série, l'autre en dérivation, ce dernier contenant une source de force électromotrice constante.

Une application intéressante de ce dispositif est celle qui en est faite au maintien de la constance de l'intensité du courant d'alimentation d'un moteur triphasé asynchrone ayant des charges rapidement variables. Comme on verra, le courant engendré dans le rotor de ce moteur est envoyé dans le stator d'un moteur asynchrone auxiliaire qui entraîne à son tour une génératrice à courant continu, à excitation indépendante, dont le courant est envoyé dans le dispositif en question monté en bout d'arbre du moteur triphasé principal.

Le **dispositif Fleischmann** (p. 457) répond à un but analogue : maintenir une intensité de courant sensiblement constante dans un circuit de lampes à arc alimenté indirectement par un réseau à potentiel constant. Mais le principe utilisé est tout différent : c'est celui déjà mis à profit dans la dynamo imaginée par Rosenberg pour l'éclairage des trains. Une des paires de balais est reliée au réseau d'alimentation; l'autre est reliée au circuit des lampes; suivant la charge de ce dernier la vitesse de la dynamo, fonctionnant comme moteur, varie, et cette variation de vitesse produit entre les derniers balais une variation de tension qui maintient l'intensité constante dans le circuit des lampes.

Les recherches sur le **redressement électrolytique du courant alternatif**, récemment publiées par M. Schulze et dont on trouvera un résumé pages 458 et suivantes, apportent une contribution importante à nos connaissances sur le fonctionnement des soupapes.

Il était généralement admis que ce fonctionnement était dû à la formation puis à la disparition d'une couche d'oxyde mauvaise conductrice de l'électricité, cette couche se formant pendant l'alternance pour laquelle l'électrode active est anode et disparaissant quand, à l'alternance suivante, la même électrode devient cathode. Il était toutefois évident que cette explication est incomplète, car on savait qu'une électrode antérieurement formée en l'utilisant dans un circuit à courant continu, c'est-à-dire recouverte d'une couche relativement épaisse

d'oxyde, fonctionne souvent mieux qu'une électrode non formée; dès lors, il eût fallu admettre que le courant alternatif est capable, en un temps extrêmement court, de réduire puis de reformer la couche d'oxyde préalablement formée. En faisant intervenir la mauvaise conductibilité de la couche gazeuse qui se produit sur l'électrode, M. Schulze donne une explication du fonctionnement des soupapes beaucoup plus plausible, sans être toutefois, à notre avis du moins, encore complète.

De l'examen au microscope des lames formées, il résulte, en effet, que la couche d'oxyde est criblée de petits pores qui sont remplis d'électrolyte établissant une connexion électrique entre la partie métallique de la lame et le reste de l'électrolyte. Sous l'influence du courant, l'électrolyte que renferment ces pores est décomposé et les pores se remplissent d'une atmosphère gazeuse. Or, cette atmosphère gazeuse se laisse traverser, comme le montre d'ailleurs un grand nombre de phénomènes de décharge, l'arc électrique, en particulier, plus facilement par les ions négatifs que par les ions positifs. Dès lors, quand le courant est de sens tel que la lame se trouve anode, les ions métalliques positifs ne pourront quitter la lame et le courant ne passera pas; quand, au contraire, la lame sera cathode les électrons pourront la quitter et le courant passera. Le fonctionnement des soupapes se trouve bien ainsi expliqué, mais on remarquera que nous faisons intervenir les électrons que la théorie ionique suppose en circulation dans tout conducteur, de nature chimique simple ou composée, traversé par un courant, tandis que M. Schulze semble ne vouloir faire intervenir que les ions électrolytiques. Or, il est facile de se rendre compte que si l'on considère les ions électrolytiques, le courant devrait également traverser la couche gazeuse quel que soit son sens.

Comme on le verra par l'analyse donnée de son travail, M. Schulze a étudié de nombreuses combinaisons d'électrodes et d'électrolytes pouvant fonctionner comme soupapes : les soupapes à lames d'aluminium, qui les premières ont été appliquées en pratique, les soupapes à lames de magnésium et enfin les soupapes à lames de tantale préconisées plus récemment. Dans ses conclusions (p. 467) l'auteur exprime un doute au sujet du développement de l'application des soupapes au redressement des courants, mais il estime qu'elles peuvent être utilement employées comme condensateurs à grande capacité et perte modérée d'énergie.

Dans ses articles sur les **piles et les accumulateurs aux Expositions de Londres et de Marseille** (p. 468 et 470), notre collaborateur Pausert décrit avec quelques détails ceux de ces appareils qui ont attiré son attention lors des visites qu'il fit de ces expositions; il analyse en même temps une Communication sur les accumulateurs faite par M. Nissou au Congrès de Marseille.

Dans le numéro du 30 novembre nous signalions incidemment, au sujet d'un article de M. Mailloux, deux **systèmes de décimalisation du temps** : le système consistant à diviser l'heure en parties décimales et celui consistant à diviser le jour en parties décimales. M. Brylinski, dans une lettre reproduite page 479, propose de faire porter la division décimale sur le quart de jour. Il est bien certain que ce système est le plus logique et le plus cohérent avec le système employé pour l'évaluation des longueurs, puisque le mètre est, par définition, une fraction décimale du quart de la circonférence de l'équateur terrestre. Outre qu'il est logique, le système que propose M. Brylinski a encore cet avantage d'avoir déjà donné lieu à la construction de chronomètres utilisant ce système. Des instruments appelés *tropomètres* ont été, en effet, essayés il y a une dizaine d'années sur cinq croiseurs de la Marine française [1]. A vrai dire, ils ne servaient pas à mesurer le temps, mais à mesurer des distances angulaires en grades; d'où, d'ailleurs, le nom qui leur a été donné. Mais rien n'empêcherait de les utiliser à la mesure du temps suivant le système de M. Brylinski.

Le seul reproche qu'on puisse faire à ce système est qu'aucune de ses unités décimales ne se rapproche de l'unité de temps C. G. S., la seconde. Il en résulte que les valeurs des unités de grandeurs dérivées du temps seraient, dans le nouveau système, notablement différentes de ce qu'elles sont actuellement. M. Brylinski, à qui nous avons fait part de cette objection, ne la considère pas comme importante, car si l'on se décide à changer les unités électriques actuelles, telles que l'ampère ou l'ohm, il est préférable, pour éviter toute confusion, que les nouvelles soient deux ou trois fois plus petites ou plus grandes que les anciennes. Mais, ajoute-t-il, pourquoi nous préoccuper actuellement de pareils détails? C'est aussi ce que nous pensons, car il est peu probable qu'une proposition tendant à modifier les unités actuelles soit aujourd'hui favorablement accueillie.

J. Blondin.

---

(1) E. Guyou, *Applications des chronomètres décimaux à la pratique de la navigation* (*Comptes rendus du Congrès international de Chronométrie de* 1900, p. 116 et suiv.; Gauthier-Villars, 1902).

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : boulevard Haussmann, 63, Paris. — Téléph. : **276-35.**

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

VINGT-QUATRIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue Saint-Lazare, 11.

Téléphone : **238-60.**

VINGT-QUATRIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Avis.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont informés que M. le Secrétaire général se tient à leur disposition, pour tous les renseignements qu'ils désireraient obtenir, les lundi et jeudi de chaque semaine, au siège social, 11, rue Saint-Lazare, de 2h à 4h.

En dehors de ces jours, ils pourront demander un rendez-vous à M. le Secrétaire général, soit en lui écrivant, 11, rue Saint-Lazare, soit en lui téléphonant au n° 238.60.

Les bureaux du Syndicat sont ouverts tous les jours non fériés, de 8h à midi et de 1h30m à 5h.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre Syndicale, le 8 décembre 1908.

Présidence de M. Meyer-May.

La séance est ouverte à 5h5m.

Sont présents : MM. Berne, Château, Chaussenot, Ducretet, Eschwège, Geoffroy, Guinier, Larnaude, G.-B. de la Mathe, M. Meyer, Meyer-May, de Tavernier, Zetter, et M. de la Fontaine-Solare, secrétaire général du Syndicat.

Se sont excusés : MM. Chaigneau, Debray, Javaux, L. Mascart, Mildé, A. Parvillée, Portevin, Simonet.

Le procès-verbal de la séance du 3 novembre 1908, publié dans *La Revue électrique* du 30 novembre, est adopté.

NÉCROLOGIE. — M. le Président rappelle le décès de M. Ernest Jacquet, l'un des chefs de la maison Jacquet frères, de Vernon.

Au nom de la Chambre Syndicale il a exprimé à Mme veuve Ernest Jacquet et à la famille du défunt l'expression de ses plus vives et sincères condoléances.

MARIAGE. — M. le Président fait savoir qu'il a reçu une invitation au prochain mariage de M. Pierre-Gaston Mayer, fils du membre si éminent et dévoué de la Commission consultative.

Il se fera un grand plaisir de porter à M. Gaston Mayer les meilleures félicitations des membres de la Chambre Syndicale.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat au titre d'Établissement adhérent :

Les ***Établissements français Aubert-Grenier*** (Fabrication de câbles électriques), 3, rue du Havre, à Paris (8e arr.), qui seront représentés dans la troisième section professionnelle par M. Chaudy, directeur;

La ***Société d'Électricité Mors*** (Constructions électriques et Applications générales de l'électricité), 48, rue du Théâtre, à Paris (15e arr.), qui sera représentée dans la quatrième section par M. Egnell, administrateur délégué, et dans la sixième section par M. Schwob, directeur des services d'installations.

DÉMISSIONS. — La Chambre accepte les démissions de :

M. Hérard (Fernand),

La Société anonyme des anciens Établissements Teisset, Chapron et Brault frères,

qui ne s'occupent plus d'affaires d'électricité;

MM. Devilaine et G. Rougé,
E. Roger et Provost,

qui n'adhèrent pas aux nouveaux statuts du Syndicat.

RENOUVELLEMENT DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — M. le Président expose à la Chambre Syndicale les circonstances qui n'ont pas permis au Comité des élections consulaires de présenter au vote des électeurs le candidat présenté par le Syndicat, ainsi que son espoir de voir ce Comité réserver un siège à l'Industrie électrique, lors du prochain renouvellement partiel.

ÉLECTIONS AU CONSEIL DES PRUD'HOMMES. — En vue des prochaines élections au Conseil des Prud'hommes

qui doivent avoir lieu le 13 décembre, M. le Président indique que, dans la troisième catégorie de la section des métaux et industries diverses, il y a trois candidats pour deux places. Ce sont :

MM. Deffez, membre du Syndicat, fils d'un conseiller décédé auquel le Syndicat avait donné son appui précédemment ;

Olivier, conseiller sortant ;

Péan, conseiller sortant d'une autre catégorie.

M. le Président insiste vivement pour que ses collègues attachent à ces élections toute l'importance qu'elles méritent.

TRAVAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — *Première section. — **Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques.*** — M. le Président fait connaître qu'il adressera incessamment aux membres de la première section un nouveau projet d'Instructions dans lequel la divergence d'opinions entre les constructeurs et les exploitants est désormais limitée aux questions d'échauffement et de surtension. Il espère que les constructeurs examineront ce projet en s'inspirant du désir d'arriver le plus rapidement possible à une entente.

*Deuxième section. — **Unification des supports et culots de lampes flamme et mignonnette.*** — M. Zetter fait connaître les dimensions fixées par la deuxième section pour l'unification des supports de lampes flamme et mignonnette. La Chambre Syndicale approuve ces dimensions et charge son Président d'adresser à l'Union des Syndicats de l'Électricité un Rapport d'ensemble sur l'unification des culots et supports de lampes à incandescence.

Il doit être entendu que les nouvelles dispositions résultant de cette unification ne pourront pas être mises en vigueur avant le 1er janvier 1910, afin de permettre aux constructeurs d'écouler les stocks existants et de préparer les nouveaux modèles et outils.

*Troisième section. — **Revision du cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés.*** — M. Geoffroy rend compte d'une réunion de la troisième section au cours de laquelle le projet de modifications préparé par le Syndicat des Usines d'électricité a été discuté.

La section a soulevé un certain nombre d'objections que M. Geoffroy se propose d'examiner avec M. Tainturier, rapporteur de la question au Syndicat des Usines.

Application des décrets du 10 août 1899 aux fournitures de fils et câbles destinés à l'Administration des Postes et des Télégraphes. — M. le Président rappelle le projet qu'a formé l'Administration des Postes et des Télégraphes d'insérer dans les cahiers des charges relatifs aux fournitures de fils et câbles les conditions de main-d'œuvre faisant l'objet de l'article 1 du décret du 10 août 1899. Il répète les questions d'ordre préjudiciel que le Syndicat a cru devoir poser à ce sujet à M. le Sous-Secrétaire d'État, avant d'accepter de prendre part aux travaux d'une Commission mixte chargée de l'établissement du bordereau des salaires des ouvriers employés à la fabrication des fils et câbles utilisés par l'Administration des Postes et des Télégraphes.

Bien que ces questions soient restées sans réponse, la Commission mixte a été constituée par M. le Préfet de la Seine et s'est réunie le 18 novembre à l'Hôtel de Ville.

Accompagné des autres membres patrons de la Commission, M. le Président s'est rendu à la convocation; mais, avant toute discussion des salaires, il a demandé au représentant de l'Administration des Postes et des Télégraphes présent à la séance s'il était autorisé à donner une réponse officielle aux questions d'ordre préjudiciel posées par le Syndicat.

Sur la réponse négative de ce représentant, les membres patrons se sont vus obligés de demander la remise de la discussion jusqu'à ce que M. le Sous-Secrétaire d'Etat ait fixé le Syndicat sur les intentions de son Administration.

La Chambre Syndicale approuve entièrement la conduite de ses délégués à la Commission mixte.

INSUCCÈS DANS LES ADJUDICATIONS DES TRAVAUX DE L'ÉTAT. — M. le Président profite de cette occasion pour faire connaître à ses collègues que, sur l'invitation de l'Union des Industries métallurgiques et minières, il a accepté de faire partie de la délégation de l'Union appelée à déposer devant la Commission interministérielle chargée de rechercher les causes d'insuccès dans les adjudications des travaux de l'État.

Il énumère les principales causes d'ordre général et d'ordre particulier qui ont été signalées par l'Union comme susceptibles de produire les insuccès répétés dont les Pouvoirs publics se préoccupent. En ce qui concerne plus spécialement les adjudications de fournitures de matériel électrique, il n'a pas manqué de faire remarquer que l'application des décrets du 10 août 1899, la sévérité apportée à la réception et l'application très sévère des pénalités pour retard étaient des causes certaines de relèvement des prix de revient.

COMMUNICATION RELATIVE AU PROCHAIN RENOUVELLEMENT DE LA CHAMBRE SYNDICALE. — M. le Président rappelle que les sections professionnelles devront constituer leurs bureaux dans le commencement de janvier et que c'est également au début du mois de janvier que devront être arrêtés les Tableaux d'après lesquels se fera entre ces sections la répartition des sièges de la Chambre Syndicale.

Les adhérents qui n'auront pas, au moment de l'établissement de ces Tableaux, fourni les renseignements nécessaires seront forcément privés de leur droit de vote pour ces différentes élections.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — Le Comité de l'Union s'est réuni le 2 décembre.

Il a été saisi par les délégués du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz d'un projet d'entente internationale pour l'unification des pas de vis dans les appareils d'utilisation du gaz.

Le Syndicat professionnel des Industries électriques a été invité à donner son avis sur cette question.

M. Zetter, consulté à ce sujet, fait connaître qu'il n'a rien trouvé dans ledit projet qui puisse gêner l'industrie électrique. Cependant il a cru remarquer que la Commission chargée de poursuivre l'unification proposée n'était pas au courant du système international (S. I.) prolongé aux vis au-dessous de 6^{mm} jusqu'à 1^{mm},

le diamètre de 1^{mm} se raccordant à la série Thury pour les diamètres inférieurs.

La Chambre Syndicale décide d'attirer l'attention du Syndicat du gaz sur le système S. I. prolongé, qui est adopté par la marine nationale et par un grand nombre d'administrations et de constructeurs français.

— Le Comité s'est entretenu de l'application éventuelle de redevances de grande voirie aux distributions d'eau. Il a reçu à ce sujet communication d'une lettre du Comité de défense des intérêts municipaux qui signale que le taux de ces redevances serait de quatre à cinq fois plus élevé que le taux des redevances payées par les distributions d'énergie en vertu de la loi du 15 juin 1906.

L'eau étant un élément de première nécessité qui doit être distribué le plus largement possible en vue de l'hygiène publique, l'application de telles redevances peut être très dangereuse.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants, qui ont été remis aux membres de la Chambre Syndicale :

N° 368. — Discours de M. Gary, président de la United States Steel Corporation, au banquet donné à Londres, en son honneur, le 11 septembre 1908, par l'Iron and Steel Institute.

N° 369. — Proposition de loi de M. Klotz, député, tendant à étendre les dispositions de la loi du 21 mars 1884.

N° 370. — Grande-Bretagne. — Loi des pensions de vieillesse de 1908 (old age pensions Act, 1908).

N° 371. — Travail des femmes et des enfants dans l'industrie en 1907. — Extrait du Rapport annuel de la Commission supérieure du travail.

N° 372. — Le Congrès de la Confédération générale du Travail de Marseille (octobre 1908).

N° 373. — Interdiction d'employer les femmes et les enfants à la conduite des appareils électriques à haute tension. — Décret du 17 septembre 1908 complétant le Tableau B annexé au décret du 13 mai 1893.

N° 374. — Revue des questions sociales et ouvrières (octobre-novembre 1908).

N° 375. — Conseils de Prud'hommes. — Modifications aux articles 6 et 40 de la loi du 27 mars 1907. — Éligibilité des femmes. — Procédure devant les juges de paix.

N° 376. — Lettre ministérielle du 20 juin 1908. — Travaux urgents pour prévenir des accidents. — Décret du 28 mars 1902. — Faculté non applicable à des équipes successives.

COMITÉ CENTRAL DES CHAMBRES SYNDICALES. — Ce Comité s'est principalement occupé, dans sa dernière séance, des élections consulaires et des prétentions abusives de l'Administration des contributions directes, au sujet de l'apposition de timbres sur toutes les pièces qui peuvent être assimilées à des « *avoirs* ».

QUESTIONS FINANCIÈRES. — Sur la proposition du Président et du Trésorier, la Chambre Syndicale vote :

Une subvention de 5^{fr} au Comité de la Foire de Paris pour l'exercice 1909;

Une souscription à un exemplaire du *Guide périodique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique,* par Ch. Sirey, avocat à la Cour d'appel de Paris;

Une souscription de 100^{fr} pour la construction à Jeumont d'une école industrielle.

CORRESPONDANCE. — La Chambre Syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Lettre de l'Office national du Commerce extérieur à propos des débouchés pour l'industrie française en Égypte.

— Lettre de convocation à l'assemblée générale statutaire de l'Association française pour le développement de l'enseignement technique.

— Lettre de M. Descôtes, membre du Syndicat, ingénieur électricien, à Aix-les-Bains, qui exprime le désir d'entrer en relations avec des personnes ou des constructeurs de matériel susceptibles de l'aider à établir des distributions d'électricité à faible tension pour l'éclairage par îlots.

— Lettre de M. Boisselot, constructeur mécanicien, 4, impasse Marcès, à Paris, qui fait des offres de service pour la construction du gros appareillage.

— Circulaire de la *Bibliothèque des Catalogues du Commerce et de l'Industrie pour favoriser le développement des transactions commerciales* (5, boulevard Beaumarchais, à Paris), qui fait des offres de service.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à $6^h 30^m$.

Le Secrétaire général,
DE LA FONTAINE-SOLARE.

Lettre ministérielle du 20 juin 1908 (1).

Travaux urgents pour prévenir les accidents. — Décret du 28 mars 1902. — Faculté non applicable à des équipes successives.

Vous m'avez consulté sur l'interprétation à donner au paragraphe 6 de l'article 1er du décret du 28 mars 1902 en ce qui concerne la dérogation dont peut bénéficier un industriel pour « travaux urgents dont l'exécution immédiate est nécessaire pour prévenir des accidents imminents, organiser des mesures de sauvetage, ou réparer des accidents survenus au matériel, aux installations ou aux bâtiments de l'établissement ».

J'ai l'honneur de vous informer que la faculté illimitée de prolonger la durée du travail pendant un jour, prévue par le texte dont il s'agit, ne saurait s'appliquer successivement aux différentes équipes d'ouvriers concourant à la réparation.

Cette dérogation, en ce qui concerne la faculté illimitée, ne saurait jouer qu'une seule journée, au choix de l'industriel et quelle que soit l'importance ou la nature du personnel occupé à ladite réparation.

Je ne puis donc qu'approuver en l'occurrence l'interprétation du service de l'Inspection du travail.

(1) *Bulletin de l'Inspection du travail*, 1908, p. 234. — Lettre adressée à un directeur de fonderie, forges et aciéries.

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres Syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
8° Le Rapport de M. Gueysse, sur les retraites ouvrières;
9° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
10° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
11° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
12° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie; les décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi;
13° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Loi fixant le régime douanier applicable au carbure de calcium, p. 482.

Avis commerciaux. — Tableau des cours du cuivre, p. 486.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

VINGT-QUATRIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1908.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission d'Exploitation administrative et commerciale du 20 novembre 1908.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Sée, président de la Commission; Fontaine, secrétaire général; George, secrétaire des séances; Beauvois-Devaux, Cousin, Doucerain, Javal, G. Meyer, Rosenfeld.

Absents excusés : MM. Cordier et Delarue.

Il est indiqué que M. Beauvois-Devaux a bien voulu se charger de préparer un questionnaire relatif à l'application de l'article 7 du cahier des charges type (communication des traités de fourniture aux municipalités).

Ce questionnaire sera transmis au Comité consultatif.

RAPPORT SUR LES IMPÔTS (M. Rosenfeld, rapporteur). — Plusieurs membres de la Commission donnent à ce sujet des indications relatives à la manière de voir de l'administration en matière de patentes (droit fixe) :

1° Les contrôleurs ne comptent pas dans les machines imposables celles nécessaires aux services de l'usine; exemple : excitatrices, pompes d'alimentation, etc.

2° Quand il y a des machines de rechange, les contrôleurs n'imposent que celles nécessaires pour assurer le service au moment de la charge maximum.

Après l'examen de divers autres points, la Commission adopte définitivement le Rapport de M. Rosenfeld et demande qu'il soit transmis à la Chambre Syndicale avec le vœu qu'il puisse en être donné connaissance aux usiniers adhérents par une circulaire confidentielle.

POLICE D'ABONNEMENT (M. Javal, rapporteur). — M. le Président pense que les rapports du concessionnaire avec la clientèle doivent être définis par trois documents : 1° le cahier des charges; 2° la police; 3° un Tableau général contenant les renseignements dont peut avoir besoin l'abonné en vue de l'établissement de sa police : tarifs, frais de branchements, de colonnes montantes, compteurs, avances sur consommation.

M. le Président remet à M. Javal une Note qu'il a préparée à ce sujet.

La Commission passe ensuite à l'étude détaillée de tous les articles du projet de police établi par le rapporteur. Le nouveau texte sera envoyé aux membres de la Commission, afin qu'ils puissent signaler dans la prochaine séance les différents points qui auront retenu leur attention.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 décembre 1908.

Membres correspondants.

MM.

DIDON (Pierre), Électricien, 44, rue Daire, à Amiens (Somme), présenté par MM. Brylinski et Fontaine.

GUILLAUME (Clément), Électricien, 6, rue des Colonnes, à Paris, présenté par MM. Fontaine et Lacôme.

PIERNET (Eugène), Ingénieur électricien, aux Mines de Pienne, par Landres (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Brylinski et Coutard.

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (Tome I).
2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (Tome II).
3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (Tome III).
4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (Tome IV).
5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (Tome V).
6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (Tome VI).
7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (Tome VII).
8° Loi et décrets du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

9° Loi du 22 mars 1902 complétant celle du 9 avril 1898 dont la connaissance doit être donnée aux ouvriers par l'affichage dans les ateliers. Il y a lieu pour les membres adhérents de se pourvoir d'affiches répondant à ces nécessités.

Selon les préférences, le Secrétariat peut remettre aux adhérents soit la loi du 22 mars 1902 isolée, soit la loi du 9 avril 1898 remaniée et mise au point. Cette deuxième affiche est plus chère que la première.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants continus*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, à courant continu et à courant alternatif.

14° Rapport de la Commission des Compteurs présenté au nom de cette Commission, par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

15° Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi sur les distributions d'énergie par M. A. Berthelot, député.

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française, par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

22° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

23° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

24° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

25° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage, à la Sous-Commission du régime futur de l'Électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

26° Note de M. Blondel, du 12 décembre 1904, et Note de la maison Brown-Boveri pour la Commission du régime futur de l'électricité à Paris.

27° Rejet par le Sénat de la régie du gaz à Paris (séances des 21 et 23 février 1905).

28° Loi du 9 avril 1898, modifiée le 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

29° Deuxième Rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

30° Rapport de la Commission des Compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux desiderata qui leur ont été soumis par la Commission (réservé aux exploitants d'usines électriques).

31° Modèle type de bulletin de commande de compteurs.

32° Compte rendu *in extenso* des séances de la Chambre des Députés des 31 octobre, 6, 8, 10 et 13 novembre 1905 (la question du gaz à Paris).

33° Compte rendu *in extenso* de la séance du Sénat du 14 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

34° Compte rendu *in extenso* des séances du Conseil municipal des 15 et 31 décembre 1905 (la question du gaz à Paris).

35° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques (affiches).

36° Loi sur les distributions d'énergie électrique, 15 juin 1906. (Brochure.)

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES TRANSFORMATRICES.

Procédé et dispositif pour faire varier la différence de potentiel entre deux points entre lesquels doit circuler un courant d'intensité sensiblement constante. FELTEN et GUILLEAUME-LAHMEYER-WERKE A. G. (Brevet français 383123 du 19 octobre 1907). — Pour charger une batterie d'accumulateurs à intensité constante malgré l'augmentation progressive de tension de cette batterie, on réalise le dispositif représenté en figure 1 : *a* est la batterie; dans son

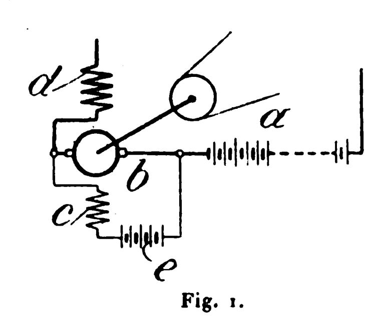


Fig. 1.

circuit de charge, on intercale la machine auxiliaire *b* possédant une excitation shunt *c* et une excitation série *d*. Dans le circuit de l'excitation shunt *c* est intercalée une force électromotrice (ici une petite batterie auxiliaire *e*) qui tend à engendrer un champ opposé à celui de l'excitation série *d*. L'excitation shunt *c* est montée de telle façon qu'elle puisse produire à elle seule dans la machine auxiliaire *b* une tension qui s'ajoute à celle de la station génératrice.

On s'arrange pour que la machine auxiliaire *b* ait une force électromotrice nulle lorsque la batterie *a* a une tension telle que le courant de charge prend sa valeur prescrite. A ce moment, le champ d'excitation shunt *c* engendré par *e* est réglé de telle sorte qu'il soit exactement égal au champ opposé engendré dans l'enroulement *d* par le courant de charge. Quand la force contre-électromotrice de la batterie *a* croît par suite des progrès de la charge, le courant de charge et par suite le champ d'excitation *d* diminuant, le champ d'excitation shunt devient prépondérant et engendre dans la machine auxiliaire une force électromotrice positive de grandeur correspondante. La force électromotrice de la machine auxiliaire *b* s'ajoute, d'autre part, dans le circuit d'excitation shunt, à celle de la petite batterie *e*, d'où il résulte une nouvelle augmentation du champ d'excitation shunt *c*. Cette nouvelle augmentation doit toutefois être compensée par l'augmentation du courant principal jusqu'à son intensité initiale. Quelle que soit donc la tension de la batterie, l'intensité du courant reste pratiquement constante.

La figure 2 représente la caractéristique de la machine, les forces électromotrices étant portées en abscisses et les champs en ordonnées. La ligne *c* représente le champ d'excitation shunt qui serait engendré dans la

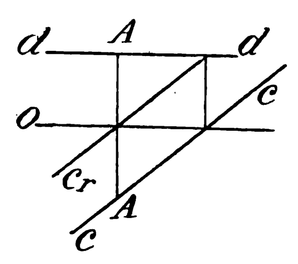


Fig. 2.

machine auxiliaire si cette excitation alimentée par la batterie *e* était seule présente. Ce champ d'excitation shunt a, suivant la ligne AA, une certaine valeur absolue pour laquelle la machine auxiliaire *b* doit engendrer la tension zéro. Il est nul quand la machine auxiliaire donne une tension négative égale et opposée à la force électromotrice de la batterie auxiliaire. Il a une valeur double quand la machine *b* engendre une tension positive égale à celle de la batterie *e* et de même sens. Le champ d'excitation série étant représenté en *dd*, le champ résultant sera représenté par la ligne c_r. Il est nul en AA, la tension de la machine *b* étant alors nulle.

Un dispositif semblable peut être employé pour maintenir constante l'intensité d'un moteur à charge variable accouplé avec un volant, afin que celui-ci puisse emmagasiner de l'énergie lorsque la charge du moteur devient inférieure à la charge moyenne et la restituer dans le cas contraire.

Dans ce dispositif, la batterie auxiliaire du circuit shunt de la dynamo auxiliaire peut être remplacée par une dérivation prise sur une résistance branchée sur le réseau.

La figure 3 représente une autre application. Il s'agit ici de restituer à l'arbre d'un moteur asynchrone *i*, par l'intermédiaire d'un convertisseur, l'énergie empruntée à ce moteur lors d'une diminution du nombre de tours. Si l'on dispose sur l'arbre du moteur asynchrone *i* une machine auxiliaire *b* fonctionnant comme moteur et montée comme précédemment, l'énergie demandée à la station centrale ne peut pas varier. L'énergie empruntée au rotor est transformée en courant continu par un convertisseur constitué par un moteur asynchrone auxiliaire *j* et une dynamo *k* à courant continu à excitation constante. Comme le convertisseur tourne à une vitesse variable en rapport avec le glissement, la force électromotrice continue engendrée à ses bornes est proportionnelle au nombre de tours. Toutefois, malgré ce nombre de tours variable, le courant absorbé par la machine auxiliaire *b* est constant, ce qui a pour

effet que le couple de la dynamo *k*, qui a une excitation extérieure constante, et par suite aussi celui du moteur auxiliaire *j* sont constants. Le courant du rotor du moteur asynchrone *i* est donc aussi constant, puisque,

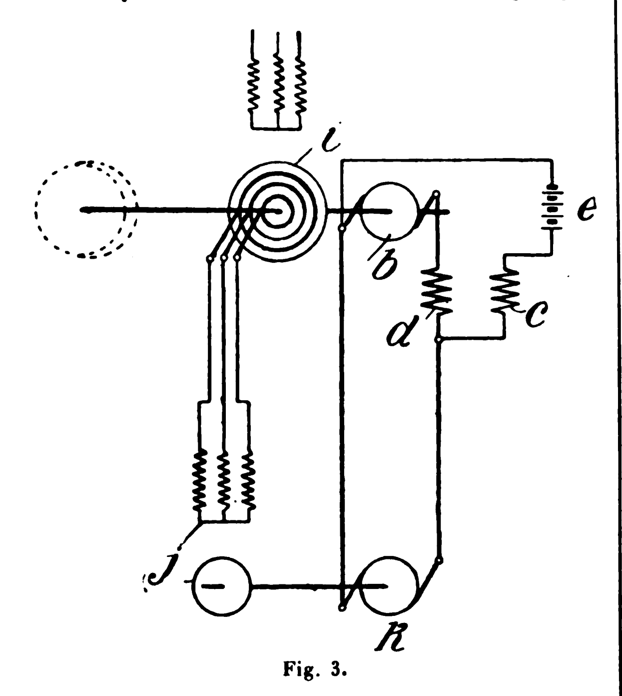


Fig. 3.

quand le champ est constant, le couple est, comme on sait, proportionnel au courant du rotor. Par conséquent, le courant pris à la station centrale par le stator du moteur *i* est constant. La puissance de la machine auxiliaire *b* est néanmoins variable, puisqu'elle dépend, non pas seulement de l'intensité qui est constante, mais aussi de la tension qui varie forcément. Au synchronisme, cette tension est à peu près nulle, tandis qu'elle est maximum quand le glissement a sa plus grande valeur.

Avec cette disposition, le moteur *i* peut être employé avantageusement pour la commande de machines ayant une consommation d'énergie très variable et pouvant, le cas échéant, être accouplées avec des volants ou autres accumulateurs d'énergie. L. J.

Machine à un seul induit pour la transformation d'un courant continu à tension constante en un courant continu de tension variable, par L. FLEISCHMANN (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXIX, 16 juillet 1908, p. 685 et 686). — L'auteur décrit une machine à tension variable destinée spécialement à l'alimentation de lampes à arc montées en série; cette machine est, en fait, une transformation de la machine de Rosenberg (*E. T. Z.*, 1905-1906; *Revue électrique,* 15 janvier 1907). Cette dynamo possède deux systèmes de balais décalés électriquement de 90° et dont une paire est mise en court-circuit; la tension entre ces balais dépend seulement de la résistance au contact de ces derniers; elle a, en réalité, une valeur très faible.

Cette tension doit croître si l'on intercale une résistance ou une force électromotrice entre ces balais en maintenant le courant dans ce circuit à la même valeur qu'il avait quand les balais étaient en court-circuit.

Si nous faisons varier ce courant en modifiant la résistance ou la force contre-électromotrice, la vitesse restant constante, la tension aux balais de travail variera également. Si nous branchons ces derniers balais à un réseau à tension constante, la machine fonctionne comme moteur, et comme maintenant cette tension est invariable, si le courant varie dans le circuit des autres balais, la vitesse de la machine variera. Ce fonctionnement est indépendant du travail mécanique fourni par la machine; si ce travail est nul, la machine fonctionne comme transformateur.

Si nous appelons Φ le flux dans la direction des balais b_1, b_2 reliés au réseau, la vitesse étant égale à u, le courant J circulant dans le circuit des balais v_1 v_2, de résistance R, sera proportionnel à $\frac{u\Phi}{R}$; désignons par E la tension de réseau, on a E proportionnel à $\frac{u^2\Phi}{R}$, ou $u^2 = \frac{\lambda ER}{\Phi}$; on voit que, si le circuit v_1 v_2 est ouvert, la vitesse devient infinie; pour éviter cet inconvénient, il est possible de monter en dérivation sur les balais v_1, v_2 un enroulement auxiliaire w_4 qui produit un champ de même sens que les ampères-tours dus au courant utile. Comme la tension croît aux balais v_1, v_2 proportionnellement au nombre de tours, il se produit à une certaine vitesse un champ suffisant pour éviter l'emballement.

Bien que cette machine fournisse automatiquement une tension variable dépendant de la résistance R, elle ne peut servir à alimenter un circuit de lampes à arc qui doivent fonctionner sans résistance de ballast. Pour alimenter un tel circuit, il est nécessaire que la machine

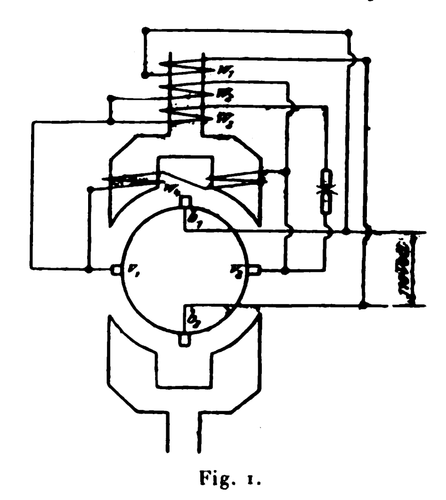


Fig. 1.

fournisse un courant presque constant, depuis le court-circuit jusqu'à la tension maximum. L'auteur obtient ce résultat à l'aide du dispositif que nous allons décrire.

Le pôle reçoit un enroulement w_1 (*fig.* 1) alimenté à la tension constante du réseau; un deuxième enrou-

lement w_2 en dérivation sur les balais v_1, v_2, et un enroulement w_3 en série avec le circuit d'utilisation. Au moment du court-circuit des lampes, l'enroulement w_2 n'est parcouru par aucun courant, l'enroulement w_3 est parcouru par le courant, de telle manière que son effet magnétique est opposé à celui de w_1, et les nombres de spires sont choisis tels que le courant de court-circuit est voisin du courant normal. Si la résistance augmente, le courant devant malgré cela rester constant, l'excitation du champ doit augmenter, car le nombre de tours ne varie pas, la réaction d'induit ainsi que la tension du réseau restant constantes. Cette augmentation du champ est obtenue par l'effet de l'enroulement w_2, qui s'ajoute à celui de l'enroulement w_1. Pour éviter l'emballement de la machine en cas d'ouverture du circuit des lampes, on a muni la machine de l'enroulement w_4 dont le fonctionnement a déjà été indiqué.

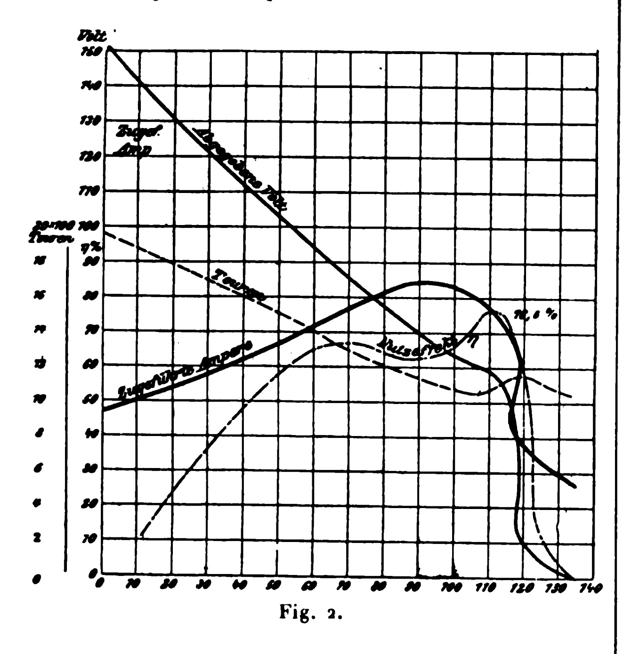


Fig. 2.

La figure 2 montre les courbes de fonctionnement d'une machine d'essai alimentée à tension constante (110 volts); on voit que l'intensité de court-circuit est égale à 135 ampères, mais que l'intensité reste presque constante et égale à 105 ampères entre 10 et 55 volts. Le rendement maximum est égal à 76,5 pour 100; la consommation est satisfaisante à toutes les intensités et à toutes les vitesses. La machine était munie d'un seul enroulement induit, mais il est possible d'employer deux enroulements indépendants ou deux enroulements montés en opposition. E. B.

REDRESSEURS ÉLECTROLYTIQUES.

Sur le redressement électrolytique du courant alternatif, par GUNTHER SCHULZE (*Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XIV, 19 juin 1908, p. 333). — I. PRINCIPES. — Les redresseurs de courant alternatif peuvent se ranger en deux catégories. Dans un premier groupe, la transformation est obtenue par mouvement mécanique : rotation d'un moteur-générateur, oscillation d'un ressort faisant contact synchroniquement avec la fréquence, variation périodique de la longueur d'une étincelle.

Les redresseurs du deuxième groupe reposent sur l'emploi de deux électrodes dont une seule est en état d'envoyer, sous une faible chute de tension, des électrons négatifs. A ce groupe appartiennent d'abord les redresseurs qui peuvent donner des électrons négatifs libres aux deux électrodes, mais dont une seule de ces électrodes possède les conditions nécessaires à la sortie de ces électrons. Dans les redresseurs à mercure, par exemple, les électrons ne peuvent sortir qu'à la cathode de mercure. Dans le redresseur de Wehnelt, les électrons sont émis par les oxydes incandescents avec lesquels la cathode est recouverte. Enfin le redresseur ordinaire à arc consiste en une électrode métallique et une électrode en charbon. L'émission des électrons est possible seulement au charbon, parce que, à cause de sa mauvaise conductibilité calorifique, il conserve la température nécessaire d'une période à l'autre, tandis que le métal la perd.

A ce deuxième groupe appartiennent aussi les redresseurs électrolytiques. Ici le métal actif est apparemment séparé de l'électrolyte par une couche gazeuse. Le passage des électrons négatifs du métal dans l'électrolyte est possible pour une faible différence de tension, parce que la couche gazeuse a une épaisseur extrêmement faible. Le passage des électrons négatifs de l'électrolyte au métal n'est pas possible, parce que l'électrolyte ne renferme aucun électron négatif libre. A leur place existent les cathions électrolytiques qui, à cause de leur plus grande masse, éprouvent une beaucoup plus haute résistance dans la couche gazeuse que les électrons. Au contraire des dispositifs précédents, la couche gazeuse séparée ici est d'abord produite par le courant, et son épaisseur est dépendante de la tension du courant alternatif à redresser.

De même que le fonctionnement du redresseur à vapeur de mercure n'a pu être expliqué qu'après étude de l'arc à vapeur de mercure fonctionnant avec courant continu, il était nécessaire d'étudier le fonctionnement des redresseurs électrolytiques avec du courant continu pour expliquer leur action.

Ces recherches ont montré à l'auteur que le courant pour lequel le métal actif est anode (sens A) forme sur le métal une croûte non conductrice, solide et finement poreuse. Son épaisseur est en général de l'ordre de grandeur 10µ; cependant elle croît lentement avec le temps d'application du courant de sens A. Les pores de cette croûte sont pour la plus grande partie remplis de l'électrolyte, de sorte qu'il existe un corps conducteur. Mais, par suite du courant de sens A, il existe dans les pores de la croûte une couche gazeuse extrêmement mince qui oppose aux ions électrolytiques du sens A une résistance beaucoup plus considérable qu'aux électrons négatifs du sens K (lorsque le métal actif devient cathode).

Pour un courant de sens K la couche gazeuse est ab-



sorbée, mais cette action se produit assez lentement. Après plusieurs minutes il reste encore une fraction notable de la couche gazeuse. Dans ce sens K, la résistance de cette couche gazeuse paraît être sensiblement proportionnelle à son épaisseur. Plus la couche de gaz est faible, plus le courant est intense. Dans le sens A ce courant accroît la couche de gaz, et par suite s'affaiblit asymptotiquement. Par exemple, pour l'aluminium dans une solution à 1 pour 100 de $AzH^4HB^2O^4$, sous 80 volts et à 0° C. ce courant est de 3,1 microampères après 17 jours, ce qui correspond à une résistance apparente $\left(\frac{E}{I}\right)$ de 26 mégohms par centimètre carré.

Ainsi, pour chaque tension, se produit automatiquement une épaisseur déterminée de la couche gazeuse. Cependant, au-dessus d'une tension déterminée, la couche gazeuse n'augmente plus et il survient la décharge par étincelles, et l'intensité augmente pendant que la résistance diminue. L'épaisseur de la couche gazeuse est en général de l'ordre de grandeur $0^{\mu},1$.

La caractéristique de la gaine gazeuse est donc une très grande résistance (10^5 à 10^7 ohms par centimètre carré) pour les tensions inférieures à la tension limite et une résistance considérablement abaissée pour les tensions supérieures à celle-ci.

Le Tableau suivant indique les tensions maxima que l'on peut atteindre avec les diverses combinaisons :

		volts	
Mg	environ	350	dans $Na^2HPO^4 + AzH^3$
Al	»	600	dans $(AzH^4)HB^2O^4$ fortement étendu
Bi	»	600	dans KOH fortement étendu
Sb	»	600	» »
Ta	»	1000	dans K^2CO^3 fortement étendu
Nb	»	1000	» »
Zn	»	100	dans K^2CO^3 modérément étendu
Cd	»	130	» »

Partout la tension maxima baisse lorsque croît la concentration.

Cependant, avec Mg, Zn et Cd, le phénomène ne survient qu'avec des solutions assez concentrées.

II. Les moyens d'expériences. — On utilisait ici deux ampèremètres et deux voltmètres, l'un des deux instruments étant à bobine, l'autre à fil chaud. On se servait aussi de l'oscillographe Blondel.

Pour simplifier l'établissement des formules, on fait ici les suppositions suivantes : 1° la courbe de tension du courant alternatif à redresser est une sinusoïde; 2° on néglige l'action troublante du courant de sens K sur la couche active formée par le courant de sens A (ce qui est réel dans la plupart des cas); 3° la tension maxima de l'élément est supérieure à la tension maxima du courant alternatif à redresser.

En disposant dans le circuit à courant alternatif un élément comprenant une électrode de platine et une électrode en métal actif, celui-ci se forme sous l'influence du courant de sens A.

Sur le métal il se produit une couche active solide dont l'épaisseur croît peu à peu jusqu'à une limite proportionnelle à la tension maxima du courant alternatif.

La couche active a la même capacité C dans les deux sens; sa résistance est w_a dans un sens et $w_{k'}$ dans l'autre; avant la couche active existe une résistance r composée de la résistance w_e de l'électrolyte et de celle w_v de la couche liquide dans les pores.

Dans le sens K il se produit une perte de tension d'environ 3 volts pour la décomposition de l'eau; mais on n'en tiendra pas compte ici.

L'ordre de grandeur de w_a est 500 ohms par centimètre carré; celui de w_k, 10 ohms par centimètre carré; celui de r, 10 ohms par centimètre carré et celui de C, 5 microfarads par centimètre carré. On en déduit pour la fréquence 50 périodes par seconde

$$\frac{1}{\omega C} = 640 \text{ ohms par centimètre carré.}$$

Par conséquent, dans le sens A, on peut négliger r devant w_a et devant $\frac{1}{\omega C}$, et, dans le sens K, on peut négliger $\frac{1}{\omega C}$ devant $w_{k'}$. Par conséquent, on peut représenter l'élément dans le sens A par la résistance w_a et la capacité C disposées en parallèle, et, dans le sens K, par la résistance $w_k = r + w_{k'}$. On peut considérer comme constants w_a pendant toute la durée de la demi-période A et w_k pendant toute la durée de la demi-période K.

Ce qui prouve que les résistances w_a et w_k s'établissent avec une vitesse extraordinairement grande, c'est que les éléments redressent des courants de la fréquence utilisée en télégraphie sans fil.

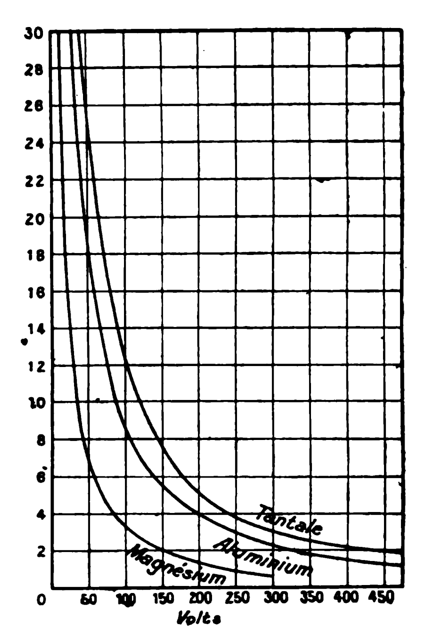


Fig. 1.

La figure 1 représente les capacités obtenues en microfarads par centimètre carré de surface en fonction de la tension appliquée, pour les métaux magnésium, aluminium et tantale, et en employant du courant con-

tinu, la température étant 0°C. Les courbes sont les mêmes pour tous les électrolytes.

Connaissant la tension maxima du courant alternatif à redresser, on déduit immédiatement de ces courbes la capacité de la couche active.

Le calcul des tensions maxima E_a et E_k appliquées à l'élément résulte des considérations suivantes. Les oscillogrammes montrent que les courbes de tension dans les deux sens sont sensiblement des sinusoïdes. Les équations des courbes de tension sont donc pour chacune des demi-périodes

$$(1) \qquad e_a = E_a \sin\alpha,$$

$$(2) \qquad e_k = E_k \sin\alpha.$$

Un voltmètre à courant continu (Deprez) donne ainsi aux bornes de l'élément une tension e_g égale à

$$(3) \qquad e_g = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} E_a \sin\alpha\, d\alpha + \int_{\pi}^{2\pi} E_k \sin\alpha\, d\alpha\right] = \frac{1}{\pi}(E_a - E_k).$$

Un voltmètre à fil chaud donnera, d'autre part, une tension e_h égale à

$$(4) \qquad e_h^2 = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} E_a^2 \sin^2\alpha\, d\alpha + \int_{\pi}^{2\pi} E_k^2 \sin^2\alpha\, d\alpha\right] = \frac{1}{4}(E_a^2 + E_k^2).$$

On déduit de ces deux équations

$$(5) \qquad E_a = \frac{\sqrt{8e_h^2 - \pi^2 e_g^2} + \pi e_g}{2}$$

et

$$(6) \qquad E_k = \frac{\sqrt{8e_h^2 - \pi^2 e_g^2} - \pi e_g}{2}.$$

Connaissant E_a, on en déduit la capacité correspondante d'après les courbes de la figure 1. Cette capacité donne naissance dans le sens A à un courant de la forme

$$(7) \qquad i_c = J_c \cos\alpha \quad \text{si} \quad J_c = CE_a\omega 10^{-6} \text{ ampère}.$$

Le courant correspondant à la résistance w_a a pour valeur

$$(8) \qquad i_{w_a} = J_a \sin\alpha.$$

Le courant total dans le sens A a ainsi pour valeur

$$(9) \qquad i_a = J_a \sin\alpha + J_c \cos\alpha,$$

et dans le sens K

$$(10) \qquad i_k = J_k \sin\alpha.$$

Comme pour les tensions, en mesurant l'intensité avec un ampèremètre à courant continu, on obtiendra un courant i_g.

$$(11) \qquad i_g = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} J_a \sin\alpha\, d\alpha + \int_{\pi}^{2\pi} J_k \sin\alpha\, d\alpha\right] = \frac{1}{\pi}(J_a - J_k),$$

car le courant de capacité, symétrique par rapport à l'axe des abscisses, n'agit pas sur l'ampèremètre à courant continu.

Avec l'appareil à fil chaud, on obtient

$$(12) \qquad i_h^2 = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} (J_a \sin\alpha + J_c \cos\alpha)^2\, d\alpha + \int_{\pi}^{2\pi} J_k^2 \sin^2\alpha\, d\alpha\right] = \frac{1}{4}(J_a^2 + J_c^2 + J_k^2).$$

On déduit de ces deux dernières équations

$$(13) \qquad J_a = \frac{\sqrt{8i_h^2 - 2J_c^2 - \pi^2 i_g^2} - \pi i_g}{2},$$

$$(14) \qquad J_k = \frac{\sqrt{8i_h^2 - 2J_c^2 - \pi^2 i_g^2} + \pi i_g}{2}.$$

Dans l'équation (13), l'expression πi_g a le signe négatif parce que, dans l'équation (11), J_k est plus grand que J_a.

Des valeurs ainsi calculées de E_a, E_k, J_a et J_k on déduit les résistances w_a et w_k.

Le rapport des résistances $\frac{w_k}{w_a}$ peut servir à juger un élément.

Si, par exemple, $w_k = w_a$, l'élément ne redresse pas. Si, au contraire, ce rapport est égal à zéro, le redressement est parfait et a lieu sans perte.

La figure 2 est la représentation schématique des courbes de tension et de courant d'un redresseur dont la tension limite est plus élevée que la tension maxima du courant alternatif appliqué.

On a pris ici

$E_a = 200$ volts, $E_k = 60$ volts, $C = 6$ microfarads,
$J_k = 2^{amp},00$, $J_a = 0^{amp},15$, $J_c = 0^{amp},378$.

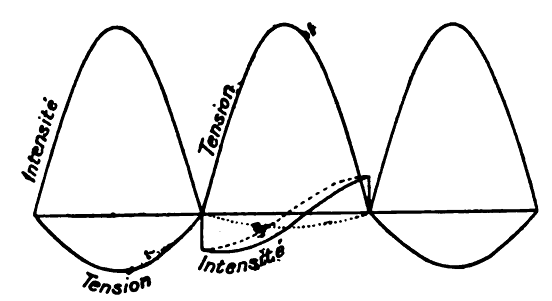


Fig. 2.

Dans le sens A, on remarque la composition du courant à l'aide du courant de capacité et du courant ohmique, le premier étant représenté par un trait discontinu, le dernier en petit pointillé.

Dans le cas où la tension limite de la combinaison utilisée est inférieure à la tension maxima du courant alternatif appliqué, la courbe de tension est normale jusqu'à la tension limite, puis elle ne croît plus que très peu. Quant au courant ohmique, il reste très faible

jusqu'à la tension limite, puis il augmente fortement. Le calcul de la capacité et du courant de capacité s'établit en partant de la valeur de la tension limite. Cette tension limite est souvent plus basse avec le courant alternatif qu'avec le courant continu; aussi doit-on la déterminer directement avec le courant alternatif.

La figure 3 se rapporte à ce dernier cas. Ici la tension

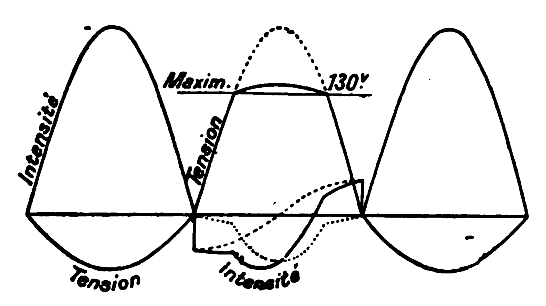


Fig. 3.

maxima du courant alternatif est 200 volts, tandis que la tension limite (Maxim) n'est que 130 volts. On a $E_k = 60$ volts, $C = 9,2$ microfarads, $J_k = 2,00$ ampères, $J_c = 0,378$ ampère.

Dans toutes ces courbes, on a décalé de 180° le courant par rapport à la tension, afin de donner plus de clarté aux diagrammes.

La figure 4 représente le dispositif employé pour les

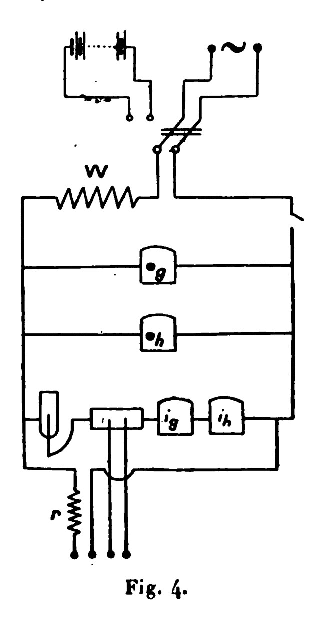


Fig. 4.

expériences. Le courant alternatif utilisé provenait d'un transformateur branché sur le réseau de Charlottenbourg. La figure 5 donne la courbe obtenue à l'oscillographe avec cette tension alternative employée le plus souvent à 120 volts. Pour les essais à courant continu, on employait une batterie d'accumulateurs de 650 volts. L'ampèremètre i_g et le voltmètre e_g à courant continu étaient des appareils de précision de la maison Siemens et Halske. Les appareils e_h et i_h à fil chaud étaient de la maison Hartmann et Braun. L'oscillographe était du système Blondel. L'élément essayé avait la forme représentée en figure 6. L'électrode active avait 1^{cm} de diamètre et plongeait de 9^{cm} dans le liquide; la surface active était donc de 30^{cm^2}. La partie inférieure du tube était soigneusement fermée par un anneau de caoutchouc. L'électrode inactive était en feuille de platine roulée en cylindre. L'élément était plongé dans un mélange réfrigérant.

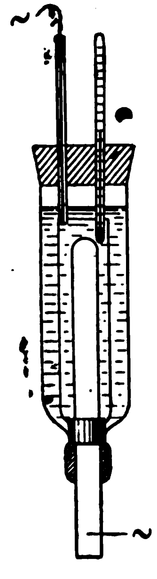


Fig. 6.

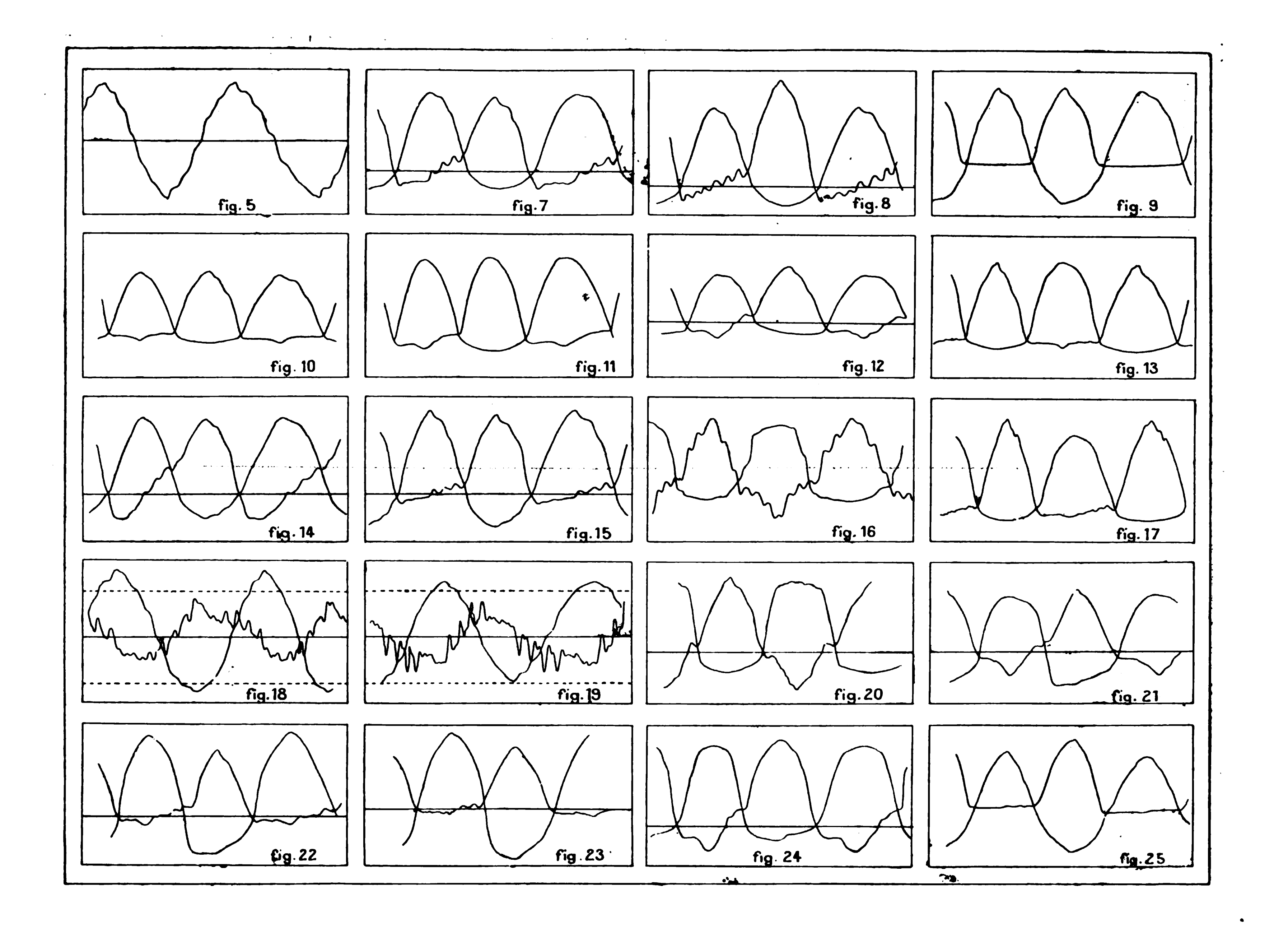
Avant leur emploi, les métaux actifs étaient polis, puis lavés à la soude et enfin à l'eau distillée.

III. Essais. — On a d'abord recherché de quelle manière le courant alternatif forme les électrodes fraîches et si l'activité des éléments est améliorée avec le courant continu. Le Tableau I et les oscillogrammes des figures 7 à 19 expriment les résultats obtenus. Les figures 7 à 13 se rapportent à la formation de l'aluminium. L'aluminium a $29^{cm^2},3$ de surface; la solution est saturée de borate d'ammonium $AzH^4HB^2O^4$. On a $E_a = 110$ à 120 volts; $J_k = 1,0$ ampère.

Dans le borate d'ammonium, l'action de soupape est complète après 40 minutes (*fig.* 8). Le courant de sens A est celui qui montre les oscillations caractéristiques de la capacité. Après 9 minutes (*fig.* 7), ces oscillations n'apparaissent pas dans la première moitié du sens A, ce qui prouve que l'élément n'est pas encore formé. La figure 9 donne les résultats obtenus 15 minutes après formation d'une heure avec courant continu à 425 volts. La capacité est ici très diminuée, de sorte que le courant de sens A est à peu près nul. Ceci est une preuve que le courant de sens K ne trouble pas la couche active une fois formée. Après une exploitation de 3 heures, l'épaisseur de la couche s'est modifiée, ainsi qu'on le voit sur la figure 11.

La perte de tension dans le sens K augmente avec la durée du fonctionnement par le courant alternatif et devient particulièrement grande par la formation à courant continu. La forte perte d'énergie qui en résulte se traduit par un échauffement de la couche active, échauffement dont les suites funestes sont déjà visibles après 3 heures. En réalité, la perte de tension du sens K a diminué à ce moment, mais on voit d'après le courant de sens A que l'élément est devenu perméable.

Dans le borate de potassium, l'influence troublante du sens K sur la couche active est déjà remarquable au début. La courbe de courant montre dans le milieu du sens A une petite pointe, ce qui prouve que la couche active n'atteint jamais l'épaisseur correspondant à l'arrêt parfait du courant. Après la formation à courant continu, la couche active rétrograde beaucoup plus vite dans le borate de potassium que dans celui d'ammonium. C'est ce que montre la figure 13, qui représente


fig. 5
fig. 7
fig. 8
fig. 9
fig. 10
fig. 11
fig. 12
fig. 13
fig. 14
fig. 15
fig. 16
fig. 17
fig. 18
fig. 19
fig. 20
fig. 21
fig. 22
fig. 23
fig. 24
fig. 25

le fonctionnement 5 minutes après formation de l'élément au borate de potassium par le courant continu maintenu 1 heure à 420 volts. La perte de tension du sens K est beaucoup plus faible dans le borate de potassium que dans celui d'ammonium, et elle est à peine plus grande par la formation à courant continu. La figure 13 indique cette faible perte.

Les figures 12 et 13 sont toutes deux relatives à l'aluminium de 29$^{cm^2}$,1 dans une solution saturée de borate de potassium $K^2B^2O^4$. On a $E_a = 90$ à 100 volts et $J_k = 1,0$ ampère. L'oscillogramme de la figure 12 montre le fonctionnement de l'élément 15 minutes après mise en circuit sans formation préalable.

La figure 10 montre le fonctionnement de l'élément de la figure 9 immédiatement après le remplacement du borate d'ammonium par celui de potassium. La forme caractéristique de la courbe relative à ce dernier se produit aussitôt.

Les oscillogrammes du tantale en électrode de 54$^{cm^2}$ dans le carbonate de potassium à 0,1 pour 100 sont représentés en figures 14 et 15. On a ici $E_a = 110$ à 120 volts et $J_k = 1,0$ ampère. Dans la figure 14, l'élément non formé préalablement fonctionne depuis 8 minutes. Dans la figure 15, l'élément fonctionne 5 minutes après une formation de 10 minutes par un courant continu de 310 volts. On remarque la grande capacité due au tantale, capacité qui diminue après la formation à courant continu. Dans les deux cas, cette capacité est plus grande que celle qui correspond aux courbes de la figure 1. On peut rapprocher ce fait de la propriété de la couche active du tantale constatée lors des recherches à courant continu et d'après laquelle l'épaisseur finale pour une tension déterminée n'est atteinte qu'après plusieurs heures, mais est en état cependant d'arrêter presque complètement la tension pour une épaisseur essentiellement petite.

Les essais avec le magnésium ont été entrepris avec une électrode de 6$^{cm^2}$ de surface, dans une solution concentrée de carbonate de potassium ; on avait $E_a = 45$ volts; $J_k = 0,3$ ampère. Les oscillogrammes des figures 16 et 17 prouvent que la capacité est très faible, ainsi qu'il résulte aussi de la figure 1. Dans la figure 16, l'élément est en circuit depuis 15 minutes sans avoir été formé par avance. L'élément ne fonctionne pas encore comme clapet. L'élément ayant été formé pendant 1 heure avec un courant continu de 100 volts donne l'oscillogramme de la figure 17, après 10 minutes de mise en circuit. On voit ici que la formation préalable n'augmente pas la chute de tension dans le sens K.

Le bismuth, l'antimoine, le zinc, le cadmium et l'argent ne se forment pas avec le courant alternatif. En les formant sous courant continu jusqu'à la tension limite, puis en les disposant dans le circuit à courant alternatif, ils agissent faiblement comme soupape électrolytique; mais cette action disparaît après quelques minutes pour le bismuth et après quelques secondes pour les autres métaux, la couche formée dans le sens A étant détruite par le courant de sens K.

Si l'on élimine ce courant de sens K en employant une deuxième électrode en aluminium, le métal considéré ne reçoit plus que des à-coups de courant de sens A et se forme, de sorte que l'aluminium arrête le courant dans un sens, et le métal considéré, le courant dans l'autre sens, l'élément agissant comme un condensateur. Comme le choix d'un électrolyte approprié à l'aluminium et au métal considéré présentait des difficultés, on prenait deux éléments, l'un avec électrodes d'aluminium et de platine, l'autre avec électrodes de bismuth et de platine, et l'on branchait un pôle du courant alternatif sur l'aluminium, l'autre pôle sur le bismuth, les électrodes de platine étant reliées entre elles.

Les oscillogrammes des figures 18 et 19, dans lesquels on a décalé comme précédemment de 180° le courant sur la tension, se rapportent au bismuth et à l'antimoine. Dans le premier cas (*fig.* 18) le bismuth avait 25$^{cm^2}$; il plongeait dans une solution étendue de borate de potassium. L'aluminium, de 29$^{cm^2}$, plongeait dans une solution saturée de borate d'ammonium. La tension appliquée était 152 volts et l'intensité du courant 0,05 ampère. Dans le deuxième cas (*fig.* 19), l'antimoine, de 10$^{cm^2}$, plongeait dans une solution à 1 pour 100 de carbonate de potassium, l'aluminium étant dans les mêmes conditions que précédemment. La tension et l'intensité étaient les mêmes que dans le cas du bismuth.

Les deux métaux étaient employés comme anode et l'aluminium comme cathode dans la partie inférieure des courbes de tension. On remarque les fortes oscillations et l'avance de 90° environ du courant de capacité sur la tension lorsque l'aluminium est anode. Par contre, lorsque les métaux étudiés agissent comme anodes, ils arrêtent moins le courant et celui-ci est moins en avance sur la tension que dans le premier cas.

Dans le Tableau I, la dernière colonne indique le rapport en pour $100\ \alpha = \frac{W_k}{W_a}$, qui est d'autant plus petit que l'élément est meilleur. On peut conclure de ce Tableau que la formation à courant continu rend les éléments plus mauvais, exception faite pour l'aluminium dans le borate de potassium, dont le rendement s'améliore au moins au début. Les éléments les plus mauvais sont ceux au tantale dans la solution à 0,1 pour 100 de carbonate de potassium. L'élément à l'aluminium dans le borate d'ammonium est un peu meilleur. Enfin, de bons éléments sont ceux à l'aluminium dans le borate de potassium et au magnésium dans le carbonate de potassium.

La comparaison de l'élément à aluminium fonctionnant dans le borate d'ammonium avec celui au borate de potassium montre l'influence du cathion. Au début, ce dernier se comporte mieux que le premier, w_k étant plus petit. L'échauffement à 17° C., après 100 minutes, qu'on a laissé intentionnellement se produire, améliore encore l'élément. Immédiatement après la formation préalable, l'élément a un fonctionnement presque idéal. Mais ensuite α commence à monter par suite de la baisse rapide de w_a et, après quelque temps, l'élément devient inefficace. Ceci est dû vraisemblablement à ce que, par suite des inégalités de la croûte, des échauffements locaux ont lieu, et la croûte est dissoute par l'ion potassium aux parties échauffées. Au démontage de l'élément, on constatait en effet que l'aluminium était

Tableau I. — *Formation des soupapes électrolytiques.*

Métal.	Électrolyte.	Surface en décimètre carré.	Temps après mise en circuit.	Température de l'électrolyte en degrés centigrades.	E_a en volts.	E_k en volts.	Capacité par décimètre carré en microfarads.	J_e en amp : cm².	J_a en amp : cm².	J_k en amp : cm².	W_a en ohms : cm².	W_k en ohms : cm².	α en pour 100.
Al.	$K^2B^2O^4$ saturé.	0,30	1 min.	5	76,7	10,9	14	0,337	1,19	3,13	64,5	3,48	5,40
			10 »	2	121,1	17,0	6,9	0,262	0,19	3,35	637	5,08	0,80
			50 »	4	123,1	22,2	6,8	0,262	0,19	3,35	648	6,63	1,02
			90 »	7	121,6	21,0	6,9	0,263	0,20	3,35	609	6,27	1,03
			100 »	17	121,3	16,3	6,9	0,263	0,16	3,36	759	4,85	0,64
			Formation pendant 1 heure à courant continu de tension maxima 430 volts.										
			10 sec.	5	129,8	23,2	1,4	0,056	0,00	3,37	>30000	6,88	<0,02
			3 min.	6	125,6	20,9	1,5	0,059	0,04	3,37	3140	6,20	0,20
			30 »	5	126,9	22,2	2,0	0,080	0,09	3,37	1410	6,59	0,47
			60 »	5	123,4	20,6	2,5	0,097	0,15	3,37	823	6,11	0,74
			90 »	7	121,3	20,4	3,0	0,114	0,19	3,37	639	6,05	0,95
			120 »	9	114,7	19,3	3,5	0,126	0,40	3,34	287	5,78	2,01
			140 »	9	102,5	17,7	4,0	0,129	0,67	3,30	153	5,36	3,50
			160 »	14	88,1	14,3	5,0	0,139	1,04	3,20	84,7	4,47	5,28
			180 »	16	79,1	14,4	6,0	0,149	1,24	3,12	63,8	4,62	7,25
	AzH^4H, B^2O^4 saturé.	0,30	30 sec.	6	31,6	6,1	40,0	0,397	2,03	2,66	15,6	2,29	14,7
			1 min.	"	57,2	13,3	20,0	0,359	1,69	2,90	33,8	4,59	13,6
			3 »	"	92,7	23,6	10,0	0,291	1,05	3,19	88,3	7,40	8,38
			6 »	"	116,4	32,7	7,5	0,274	0,52	3,32	224	9,85	4,40
			30 »	"	130,0	44,2	6,5	0,265	0,21	3,36	619	13,2	2,13
			90 »	7	132,4	55,0	6,3	0,262	0,24	3,35	552	16,4	2,97
			Formation pendant 1 heure à courant continu de tension maxima 425 volts.										
			5 sec.	6	151,0	108,2	1,4	0,066	0,16	3,37	944	32,1	3,40
			6 min.	"	150,1	104,2	1,4	0,066	0,24	3,36	625	31,0	4,96
			30 »	"	153,0	114,7	1,7	0,082	0,25	3,36	612	34,1	5,58
			150 »	"	150,2	112,5	3,1	0,146	0,34	3,35	442	33,6	7,60
			250 »	16	146,8	112,7	3,8	0,175	0,38	3,34	386	33,8	8,76
Ta..	HCl à 0,2 p. 100.	0,45	20 sec.	5	36,6	4,7	140	1,61	2,66	3,29	13,8	1,43	10,4
			1 min.	6	118,6	66,2	37	1,37	1,87	3,83	63,4	17,3	27,3
			3 »	10	146,4	83,7	26	1,20	0,90	4,23	163	19,8	12,1
			20 »	23	148,0	77,8	16	0,75	0,91	4,37	163	17,8	10,9
			60 »	23	146,4	78,4	13	0,60	0,86	4,41	170	17,8	10,5
			Formation pendant 1 heure à courant continu de tension maxima 330 volts.										
			1 min.	14	103,8	73,4	18	0,59	1,91	4,05	54,4	18,1	33,3
			10 »	23	103,5	60,1	18	0,59	2,14	3,94	48,4	15,3	31,6
			30 »	25	105,4	58,5	18	0,60	2,07	3,98	51,0	14,7	28,8
Mg.	Na^2HPO^4 + AzH^3 concentré.	0,05	1 »	3	61,1	15,1	5,6	0,107	1,02	5,92	59,9	2,55	4,26
			5 »	"	64,0	15,3	5,4	0,109	0,62	5,96	10,3	2,57	2,50
			10 »	4	63,4	15,3	5,5	0,109	0,74	5,96	85,7	2,57	3,00
Mg.	K^2CO^3 concentré.	0,05	1 »	3	58,1	11,2	6,0	0,110	0,96	5,92	60,5	1,89	3,12
			10 »	"	65,3	12,1	5,2	0,107	0,34	6,00	192	2,02	1,05
			40 »	4	67,4	12,3	5,1	0,108	0,23	6,00	293	2,05	0,70
			Formation pendant 1 heure à courant continu de tension maxima 120 volts.										
			1 min.	4	67,3	15,8	2,7	0,057	0,57	5,98	118	2,64	2,24
			10 »	"	66,6	15,3	2,8	0,059	0,46	5,98	145	2,56	1,77
			20 »	4	66,6	15,3	3,0	0,063	0,46	5,98	145	2,56	1,77

attaqué en de nombreux points et recouvert d'une croûte terreuse.

Le sel de sodium apporte le même trouble, tandis que celui d'ammonium attaque beaucoup moins la lame d'aluminium par suite de l'activité chimique de AzH^4OH inférieure à celle de $NaOH$ et de KOH.

Par conséquent, pour de longs essais avec l'aluminium, il vaut mieux employer le borate d'ammonium, malgré la valeur plus élevée de w_k.

Des expériences effectuées sur l'aluminium et le tantale avec des solutions de concentrations différentes ont donné les résultats résumés dans le Tableau II.

TABLEAU II. — *Influence de la concentration de l'électrolyte.*

MÉTAL.	ÉLECTROLYTE.	SURFACE de l'électrode en centimètre carré.	TEMPÉRATURE de l'électrolyte en degrés centigrades.	CONCENTRATION en pour 100.	E_a en volts.	W_a en ohms : cm².	W_k en ohms : cm².	α en pour 100.	W_e en ohms : cm².	$W_a - W_e$ en ohms : cm².	$W_k - W_e$ en ohms : cm².
Al..........	$(AzH^4)^2, HPO^4$	0,30	8	0,025	144,8	1170	24,0	2,05	16,0	1150	8,0
			8	0,05	146,1	1400	24,4	1,74	8,1	1390	16,3
			12	0,10	150,0	758	29,3	3,87	4,2	754	25,1
			9	1,0	143,6	850	22,8	2,68	0,64	849	22,2
			9	10,0	140,4	924	18,7	2,02	0,11	924	18,6
Ta.........	$(AzH^4)^2, SO^4$.	0,175	17	0,04	153,9	175	69,0	39,4	21,0	154	48,0
			14	0,1	130,8	148	53,6	36,2	9,3	139	44,3
			12	1,0	111,5	128	41,7	32,6	1,2	127	40,5
			10	5,0	109,7	128	39,9	31,1	0,33	128	39,6

Les valeurs indiquées sont les moyennes dans les deux sens; les éléments étaient d'abord formés avec le courant alternatif dans la solution de concentration moyenne jusqu'à obtention d'une valeur constante, puis on les remplissait avec les solutions de différentes concentrations et l'on faisait chaque fois les lectures après 5 minutes de fonctionnement. La densité de courant dans le sens K était 3,4 ampères par centimètre carré pour l'aluminium et 2,1 ampères par centimètre carré pour le tantale.

On remarque que W_k augmente quand la concentration diminue. Cette résistance W_k est composée de W_e la résistance de l'électrolyte, de W_v la résistance de la couche liquide des pores, et de $W_{k'}$ la résistance de la couche active. Dans les deux dernières colonnes du Tableau, on a retranché la résistance W_e, de sorte qu'il ne reste alors que $W_v + W_{k'}$. Cette dernière valeur augmente lorsque diminue la concentration pour le tantale, probablement parce que W_v croît. Pour l'aluminium, lorsque croît la dilution, il y a d'abord une augmentation de $W_v + W_{k'}$, mais ensuite une forte diminution survient.

Avec le tantale, $W_a + W_v$ augmente avec la dilution. Avec l'aluminium, cette quantité varie d'une manière inverse de $W_{k'} + W_v$.

En utilisant l'aluminium dans une solution de

$$(AzH^4)^2HPO^4,$$

on peut prendre celle-ci très étendue, à condition de faire W_e petit en rapprochant les électrodes. Pour le tantale, il faut prendre une concentration aussi grande que possible en remarquant que la tension limite baisse lorsque croît la concentration; c'est ainsi qu'elle n'atteint que 240 volts dans une solution à 50 pour 100 de

$$(AzH^4)^2SO^4.$$

La figure 20 montre comment se comporte un élément au tantale (surface, 50^{cm^2}) dans une solution concentrée de K^2CO^3. On a ici $J_k = 1$ ampère et comme tension maxima du courant alternatif 140 volts. On voit que celle-ci est supérieure à la tension limite (65 volts environ), de sorte que l'élément agit peu comme soupape.

Le Tableau III résume les essais relatifs à l'influence de la densité de courant.

Les expériences étaient faites avec la même méthode que précédemment. Pour l'aluminium, W_a et W_k baissent dans le même rapport quand on augmente la densité de courant, de sorte que α varie peu. La baisse de W_a et celle de W_k proviennent de ce que la couche gazeuse devient un peu plus mince lorsque croît J_k. Pour le tantale, α baisse quand la densité de courant augmente.

On doit donc choisir une grande densité de courant pour n'avoir pas de trop gros éléments et pour avoir α assez petit avec le tantale. D'autre part, on doit la prendre faible pour avoir le moindre échauffement possible.

L'échauffement agit de deux manières différentes. Il tend à dégrader l'élément par suite de l'action purement chimique de l'électrolyte sur la couche solide. Par suite des impuretés qui peuvent exister dans l'électrolyte et dans le métal, l'élément peut être traversé en un point; il survient alors en ce point un fort courant et, par suite, un échauffement local. Si l'électrolyte est

12....



TABLEAU III. — *Influence de la densité du courant.*

MÉTAL et surface en centimètre carré.	ÉLECTROLYTE.	CONCENTRATION de l'électrolyte en pour 100.	TEMPÉRATURE de l'électrolyte en degrés centigrades.	E_a en volts.	J_k en amp : cm².	W_a en ohms : cm².	W_k en ohms : cm².	α en pour 100.
Al 0cm², 28..	(AzH⁴)H, B²O⁴.	Saturé à 0° C.	17	82,7	1,07	758	24,0	3,17
			17	114,2	2,14	577	18,4	3,19
			17	136,6	3,62	536	13,4	2,50
			17	139,7	4,72	405	11,3	2,79
			17	144,9	6,00	369	9,5	2,57
			17	149,2	7,28	316	8,35	2,64
			17	156,5	10,8	274	6,25	2,28
Ta 0cm², 175.	(AzH⁴)², SO⁴.	1	20	99,5	1,61	136	49,8	36,7
			22	121,3	3,15	90,0	29,9	33,2
			27	147,4	7,32	61,4	16,2	26,4
			30	155,2	11,2	48,1	11,4	23,7

déjà chaud, il en résulte une dissolution de la croûte solide par le cathion, une destruction de la couche active et une attaque du métal sous-jacent, la partie malade se recouvrant d'une croûte friable. Par contre, si l'électrolyte est froid, la forte couche gazeuse provenant du courant augmenté protège la partie endommagée et, si le cathion est AzH⁴, il survient rarement une attaque du métal. Cette action de la chaleur n'est pas accessible à la mesure.

L'autre action est la diminution normale de W_a et de W_k. Le Tableau IV montre comment agit l'échauffement sur l'aluminium dans le phosphate et dans le

TABLEAU IV. — *Influence de la température.*

MÉTAL.	ÉLECTROLYTE.	TEMPS de fonctionnement avant l'essai, en minutes.	TEMPÉRATURES en degrés centigrades		W_a en ohms : cm².	W_k en ohms : cm².	α en pour 100.
			du bain	de l'électrolyte.			
Al....................	(AzH⁴)² HPO⁴ à 1 pour 100.	″	— 2	+ 4	161	11,0	6,83
		″	+18,5	23	152	10,2	6,71
		″	34,5	38	141	9,52	6,75
		″	47,0	52	127	9,17	7,22
		″	67,0	71	116	8,68	7,46
		″	87,0	90	107	7,96	7,44
Al....................	(AzH⁴)² B² O⁴ saturé à la température ambiante.	″	— 2,5	+ 2,0	160	7,90	4,94
		″	+20,5	24,5	177	7,24	4,09
		″	36,5	40,0	170	6,94	4,08
		″	62,0	64,5	167	6,14	3,68
		″	88,0	90,0	145	4,72	3,26
		10	100	102,0	68,5	3,75	5,48
		15	100	102,0	51,1	3,52	6,89
		20	100	102,0	36,8	3,45	9,38
		″	62,0	65,0	119	4,80	4,03
		″	37,0	42,0	169	6,36	3,76
		″	17,0	22,5	193	7,44	3,86
		″	— 7,0	0,0	207	8,60	4,15
Mg....................	K² CO³ saturé à la température ambiante.	″	— 1,0	5	85	2,23	2,62
		″	+14	19	37,4	1,69	4,52
		″	26	30	20,6	1,86	9,03
		″	38	43	0,625	0,203	32,5

borate d'ammonium et sur le magnésium dans le carbonate de potassium. La tension maxima du courant alternatif atteignait 100 volts pour l'aluminium et 70 volts pour le magnésium; la densité de courant était de 6 ampères par centimètre carré.

Pour le magnésium et pour l'aluminium dans le phosphate, les valeurs portées sont les moyennes de celles obtenues avec températures croissantes et décroissantes. Pour l'aluminium dans le borate, on a pris les valeurs uniques. Les oscillogrammes des figures 21, 22 et 23 se rapportent à ce dernier cas pour les températures 100°, 70° et 16° C. Ici la solution de borate d'ammonium est saturée à 0° C.; on a

$$E_a = 60 \text{ à } 80 \text{ volts}, \qquad J_k = 0,3 \text{ ampère}.$$

On voit que, dans le phosphate d'ammonium, les valeurs W_a et W_k de l'aluminium baissent sensiblement dans le même rapport lorsque croît la température, de sorte que α varie très peu jusqu'à 87° C. Dans le borate, α baisse d'abord par suite d'une diminution plus rapide de W_k et il atteint son minimum pour 88° C. Après un long échauffement à 100° C., α augmente considérablement, car l'élément se laisse traverser par le courant, ainsi que le montre la figure 21.

Quoique la température de 60° à 80° C. soit la plus favorable pour l'aluminium, on a intérêt à refroidir l'élément. Déjà, après 20 heures de marche de 40° à 50° C., on constate, en effet, que l'aluminium, dans le borate, est fortement attaqué. Le magnésium est déjà inutilisable à 43° C.

Dans tous les essais précédents, sauf ceux de la figure 20, la tension maxima du courant alternatif était très inférieure à la tension limite de la combinaison. Pour déterminer la façon dont se comporte l'élément en approchant de cette tension limite, l'auteur a effectué des recherches sur l'aluminium non formé préalablement et en faisant varier progressivement la tension. Dans chaque cas, les mesures étaient faites lorsque la constance du régime était atteinte. L'aluminium seul était essayé, le magnésium ayant une tension limite faible. Quant au tantale, s'il possède une très haute tension limite avec les solutions très étendues, il donne pour W_k (à cause de W_e) une valeur si grande, que l'élément ne peut pas être suffisamment refroidi.

Les combinaisons essayées ici avaient les tensions limites suivantes :

Al, dans une solution saturée de borate d'ammonium, environ 420 volts;

Al, dans une solution à 1 pour 100 de phosphate d'ammonium, environ 380 volts;

Al, dans une solution à 2 pour 100 de chromate d'ammonium, environ 230 volts.

La densité de courant atteignait 3,4 ampères par centimètre carré dans le sens K. Le Tableau V et les figures 24 et 25 expriment les résultats obtenus.

Dans le borate, la valeur la plus faible de α est atteinte pour 270 volts environ, W_a croissant plus rapidement avec la tension que W_k.

Dans les figures 24 et 25, on avait $J_k = 1,0$ ampère. La première est relative à une tension maxima de 435 volts pour le courant alternatif à redresser et la seconde pour une tension maxima de 155 volts.

On voit qu'en dépassant la tension limite (*fig.* 24), W_a baisse fortement et l'élément est traversé. En redescendant vers les basses tensions, W_a croît à nouveau, mais W_k reste grand (*fig.* 25). Il en résulte un fort échauffement de la couche active et une baisse de W_a après un long fonctionnement.

La tension limite de l'élément pour le courant alternatif paraît ainsi voisine de celle pour le courant continu, ce qui prouve que l'épaisseur de la couche gazeuse n'est pas sensiblement diminuée par le courant de sens K.

Par contre, dans le phosphate d'ammonium, survient déjà, pour une tension maxima alternative de 240 volts, un fort accroissement de W_k et déjà, à 280 volts, W_a est plus petit qu'à 240 volts. Dans ce cas, par conséquent, la tension limite avec courant alternatif est essentiellement plus faible que celle avec courant continu, et on ne l'atteint pas parce qu'il survient un trop fort échauffement à cause de la haute valeur de W_k.

Les résultats avec le chromate sont encore plus défavorables que ces derniers.

IV. Résumé des résultats obtenus. — Les recherches entreprises ici montrent qu'il est facile de construire des redresseurs électrolytiques ayant α faible (α étant, comme on a vu, le rapport des résistances dans le sens de passage du courant et dans le sens de l'arrêt), mais que les conditions nécessaires pour avoir α petit sont opposées à celles qui correspondent à une longue durée de l'élément. Il en résulte qu'aucune combinaison ne résout le problème d'une façon parfaite.

Il faut éviter avec grand soin les impuretés de l'électrolyte et les longs échauffements. Mais, même à la température de 0° C., on n'évite pas une dégradation de l'élément après un long fonctionnement, à moins d'employer de très faibles densités de courant.

Comme les éléments sont sujets à des troubles occasionnels, ils nécessitent une surveillance constante. Ainsi disparaît le principal avantage que l'on reconnaissait aux redresseurs électrolytiques sur les transformateurs rotatifs.

En général, la formation préalable à courant continu n'a pas raison d'être.

Avec l'aluminium, α est petit avec les sels de sodium ou de potassium; mais la détérioration est rapide. Celle-ci est moindre avec les sels d'ammonium, mais α est plus grand.

α et le danger de détérioration croissent avec la concentration, la température jusque 90° C. et la tension.

Le tantale est insoluble dans tous les électrolytes. Avec lui, on n'a jamais observé de détérioration; mais son α est beaucoup trop grand. Sa faculté d'arrêter les courants à très haute tension (jusque 1000 volts) ne peut pas être utilisée dans les redresseurs, à cause de la nécessité d'employer de grandes dilutions de l'électrolyte.

Le magnésium a un très petit α, parce qu'il est actif dans les sels de potassium et de forte concentration; mais il est extrêmement sensible aux échauffements.

S'il n'est pas impossible de trouver une combinaison

TABLEAU V. — *Influence de la tension sur le fonctionnement des soupapes à aluminium.*

ÉLECTROLYTE.	TEMPS depuis chaque fermeture successive, de courant en minutes.	TEMPÉRATURE de l'électrolyte en degrés centigrades.	E_a en volts.	W_a en ohms : cm².	W_k en ohms : cm².	α en pour 100.
AzH^4H, B^2O^4 saturé à 0°.C.	1	8	19,5	9,03	3,76	41,6
	10	8	61,3	54,2	8,18	15,1
	20	10	77,8	177	11,3	6,38
	40	10	83,7	369	13,6	3,69
	60	11	85,5	443	14,4	3,25
	1	13	119,0	160	12,7	7,94
	40	15	138,7	568	16,3	2,87
	1	11	197,0	205	16,6	8,10
	60	16	262,2	1810	26,6	1,47
	1	18	370	597	31,9	5,34
	30	28	413	932	51,7	5,55
	1	28	434	595	52,3	8,79
	15	35	441	764	55,7	7,29
	1	34	287	1490	52,6	3,53
	15	33	279	1300	51,8	3,98
	1	9	169,5	831	40,9	4,92
	10	11	168,6	656	39,0	5,94
$(AzH^4)^2H, PO^4$ à 1 p. 100	40	12	87,2	384	18,8	4,90
	30	15	141.4	357	22,4	6,28
	40	16	239,1	1150	41,8	3,63
	20	22	279,8	705	47,9	6,79
	10	30	297,1	278	55,9	20,1
	10	32	264,5	380	51,5	13,6
	20	32	163,6	313	38,6	12,3
$(AzH^4)^2, Cr^2O^4$ à 2 p. 100	40	17	83,4	138,3	20,4	14,7
	90	22	144,0	284	24,7	8,7
	30	25	184,0	139	23,7	17,0
	5	25	193,0	114	24,4	21,4

réunissant toutes les qualités, le problème est très difficile, car les faibles valeurs de α et la tendance à la dégradation paraissent avoir la même cause, la dissolution de la croûte solide par le cathion.

Les soupapes électrolytiques ont donc peu d'avenir comme redresseurs. Elles peuvent être utilisées avec plus de succès comme limiteurs de tension ou comme condensateurs.

Par le choix approprié des combinaisons et la mise en tension de plusieurs éléments, on peut éviter efficacement les dépassements de tension continue ou alternative. Comme dans cette application les éléments sont rarement traversés par un courant important, le danger de dégradation n'existe plus.

Les soupapes électrolytiques peuvent être employées comme condensateurs là où l'on désire de grandes capacités avec une perte modérée d'énergie. Avec une tension maxima de 160 volts et en employant l'aluminium, on peut commodément réaliser une capacité de 5000 microfarads dans un vase cubique de 40cm de côté. A la fréquence de 50 périodes par seconde, la valeur maxima d· courant de capacité atteint alors 250 ampères, la résistance de capacité ou capacitance $\left(\frac{1}{\omega C}\right)$ est de 0,637 ohm, tandis que la résistance ohmique dépasse 100 ohms.

L. J.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Les piles aux Expositions de Londres et de Marseille. — Dans le stand de la maison LECLANCHÉ et Cie on remarquait principalement ses piles à bioxyde de manganèse, si universellement connues qu'il serait superflu de les décrire. Mentionnons comme types divers : les éléments à vase poreux, ceux à plaques mobiles agglomérées, les piles Leclanché-Barbier à cylindres agglomérés, celles à agglomérés à sac et enfin les piles à liquide immobilisé.

En ce qui concerne les constantes de ces différentes piles, nous rappellerons ici les résultats obtenus en 1907 au concours de l'Association des Industriels de



France contre les accidents du travail [1], les piles Leclanché et Cie ayant obtenu le premier prix de pile à ce concours.

La SOCIÉTÉ LE CARBONE exposait, à côté de ses charbons pour lumière, de ses électrodes en charbon et en charbon électrographitique, ses nombreux modèles bien connus de piles (piles genre Leclanché, piles au bichromate, piles Bunsen, piles Daniell). Les types de piles genre Leclanché, au bioxyde de manganèse, sont très variés; citons l'élément à vase poreux, l'élément à cylindre de charbon perforé, celui à vase en charbon poreux, la pile sac dans laquelle le vase poreux est remplacé par une enveloppe en toile, les piles sèches, etc.

La maison P. DELAFON présentait ses piles au bioxyde de manganèse et principalement des piles à liquide immobilisé. Le type employé par l'Administration des Postes et Télégraphes, pour actionner les microphones, se compose d'une enveloppe en bois, isolée par une toile spéciale à l'intérieur de laquelle est disposé le zinc de forme carrée renfermant le liquide immobilisé et le dépolarisant. Une pile de 180^{mm} de hauteur, de section 90^{mm} × 100^{mm} et d'un poids de 3^{kg},5, peut donner 90 ampères-heure jusque 0,8 volt. D'autres éléments à liquide immobilisé affectent la forme cylindrique et sont destinés aux batteries de mesures d'isolement. Un élément de 130^{mm} de hauteur et de 70^{mm} de diamètre a une capacité de 14 ampères-heure, en débitant sur une résistance de 10 ohms jusqu'à la tension 0,5 volt.

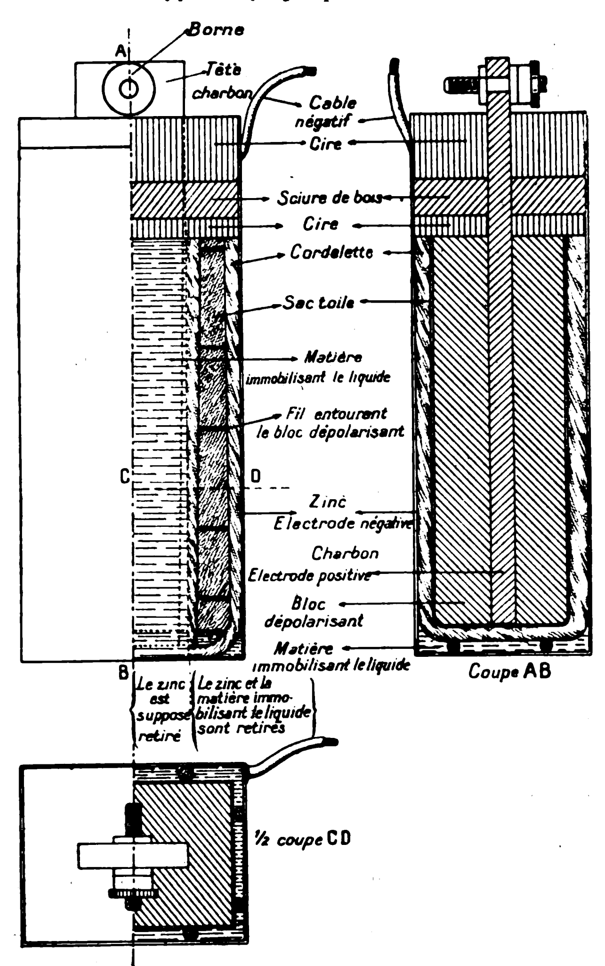


Fig. 1. — Pile Heinz à liquide immobilisé. Type T sans enveloppe extérieure.

La maison HEINZ exposait toute une série de piles à liquide immobilisé. La pile à liquide immobilisé A. Heinz est représentée en coupes verticales et horizontale en figures 1, 2 et 3. Elle se compose d'une boîte en bois imprégné d'une substance isolante et dans laquelle sont placés le bloc dépolarisant, le liquide excitateur et le zinc.

Le bloc dépolarisant est constitué par une lame de charbon autour de laquelle on a comprimé une sorte de pâte composée d'un mélange de bioxyde de manganèse et de graphite, le tout imprégné d'une dissolution de sel ammoniac. L'ensemble, au sortir du moule, forme une masse rectangulaire qui est logée dans un sac en toile à larges mailles, maintenu contre la masse par un cordonnet. Cet ensemble constitue le pôle positif de la pile.

Ce sac dépolarisant est placé dans une boîte en zinc, de laquelle il est isolé par une corde de 5^{mm} de diamètre.

Dans l'intervalle compris entre le sac et la boîte, on coule le liquide excitateur composé d'une dissolution de chlorure d'ammonium immobilisée par l'addition de substances amylacées. L'ensemble forme une sorte de gelée qui imprègne à la fois le zinc et le bloc dépolarisant.

La fermeture hermétique de la pile est obtenue en coulant d'abord un peu de cire, en disposant ensuite une couche de sciure recouverte enfin d'une dernière couche de cire coulée.

Une pile type n° 3, d'un poids de 0^{kg},551 et d'un volume de 0$^{dm^3}$,284, donne 15 ampères en court-circuit. Déchargée jusque 0,5 volt sur des résistances de 5, 10 et 20 ohms, elle fournit les résultats suivants :

	TENSION moyenne en volts	CAPACITÉ		ÉNERGIE	
		massique en amp-h : kg.	volumique en amp-h : dm³.	massique en w-h : kg.	volumique en w-h : dm³.
Décharge sur 5 ohms.	0,773	32,2	63	24,8	48,6
» 10 »	0,770	55	105	42,4	80,7
» 20 »	0,825	57,4	112,2	47,2	92,5

Avec une pile du type T pesant 1^{kg},23 et d'un volume de 0$^{dm^3}$,69 et une pile du type TT d'un poids de 3^{kg},5 et d'un volume de 2$^{dm^3}$, on obtient jusque 0,5 volt :

12.....

[1] *La Revue Électrique*, t. IX, 15 janvier 1908, p. 19.

TYPE.	DÉCHARGE sur	TENSION moyenne en volt.	CAPACITÉ		ÉNERGIE	
			massique en amp-h : kg.	volumique en amp-h : dm³.	massique en w-h : kg.	volumique en w-h : dm³.
T....	5 ohms	0,965	28,7	51,2	27,6	49,2
T....	10 »	0,800	63,5	113,1	50,8	90,6
TT...	5 »	0,886	42,75	62	37,9	55
TT...	10 »	0,890	62,5	109,5	55,7	97,5

T. PAUSERT.

Les accumulateurs aux Expositions de Londres et de Marseille. — Nous signalerons tout d'abord que l'emploi des accumulateurs dans les distributions d'énergie électrique a fait l'objet d'une communication présentée au Congrès de Marseille par M. A. NISSOU.

Dans son Rapport, M. Nissou énumère en premier lieu les avantages nombreux qu'on retire de l'emploi de batteries d'accumulateurs dans les installations à courant continu. C'est là un sujet bien connu et sur lequel nous ne nous étendrons pas davantage ici, nous réservant d'insister plus spécialement sur la seconde partie du Rapport, celle relative à l'emploi des batteries dans les installations à courant alternatif, qui constitue un sujet relativement récent.

Dans une usine génératrice à courant alternatif, une batterie d'accumulateurs disposée en parallèle avec les excitatrices permet d'assurer le service en cas d'arrêt de ces excitatrices, de mettre en service les génératrices sans avoir besoin de mettre en route les groupes d'excitation. Cette indépendance permet même de supprimer les groupes générateurs d'excitation et de les remplacer par des groupes moteur synchrone ou asynchrone et dynamo ou par des commutatrices.

Avec une batterie, on peut, en outre, assurer les services auxiliaires indispensables (éclairage de l'usine, moteurs de pompes, ponts roulants, atelier), même en cas d'avarie des groupes générateurs. On peut aussi actionner, à l'aide d'une batterie, les relais des appareils automatiques à haute tension.

Ces avantages se retrouvent non seulement dans les usines à vapeur, mais encore dans les usines hydrauliques, les turbines de commande des excitatrices étant plus délicates, plus sujettes à obstruction (par la glace, les feuilles, le gravier, etc.) que les turbines principales.

Dans les stations réceptrices transformant le courant alternatif en courant continu, une batterie d'accumulateurs offre les mêmes avantages que dans les installations ordinaires à courant continu. Lorsque les groupes transformateurs sont réversibles (moteur synchrone et dynamo, ou commutatrice), grâce à la batterie, on peut transformer du courant continu en courant alternatif, ce qui peut avoir son importance dans les cas d'arrêt de la haute tension.

Si la station réceptrice ne fait que transformer le courant alternatif de haute tension en courant alternatif de basse tension, la batterie-tampon trouve son emploi pour assurer le réglage de la tension dans le cas où la ligne alimente à la fois un réseau d'éclairage et quelques gros moteurs à marche intermittente.

Dans ce cas, la batterie est reliée à la ligne, triphasée par exemple, par l'intermédiaire d'un groupe réversible (moteur synchrone et génératrice shunt). Le groupe étant en marche, il suffit d'agir sur l'excitation de la génératrice pour faire charger ou décharger la batterie. En augmentant l'excitation, la batterie se charge; en la diminuant, la batterie envoie du courant à la dynamo qui agit alors comme moteur et entraîne le moteur synchrone qui fonctionne ainsi comme alternateur.

Pour que l'intervention de la batterie se fasse automatiquement, il suffit que le réglage de l'excitation de la dynamo soit commandé automatiquement par le courant traversant la ligne polyphasée.

A cet effet, on peut faire usage de relais commandés par le courant alternatif principal et agissant sur la commande d'un rhéostat intercalé dans le circuit d'excitation de la dynamo, cette excitation étant prise aux bornes de la batterie. On peut aussi employer une dynamo à deux enroulements d'excitation : l'un branché aux bornes de la batterie, avec réglage à la main; l'autre, en opposition avec le premier, pris aux bornes (côté continu) d'une commutatrice alimentée par le secondaire d'un transformateur dont le primaire est placé en série avec la ligne à courant alternatif.

Comme exemple d'une telle application, M. Nissou cite une batterie-tampon de 120 éléments de 640 ampères-heure au régime de 3 heures, batterie qui est installée à la station centrale triphasée de la Société des Mines de Carlsfund.

Lorsqu'il s'agit d'un transport d'énergie hydraulique, l'objection de la double transformation du courant n'a qu'une importance relative, puisque la baisse de rendement n'entraîne pas d'augmentation de dépense réelle. L'installation bénéficie alors d'un fonctionnement plus régulier, d'une meilleure utilisation des lignes, le courant qui les parcourt étant constant. En outre, en cas d'arrêt de la haute tension, la batterie peut assurer la fourniture totale ou partielle du courant, atténuant ainsi les inconvénients de l'interruption.

Sur les réseaux de traction à courant alternatif, seul l'emploi d'une batterie-tampon permet la récupération de l'énergie des trains descendant des pentes, parce qu'on ne peut faire, dans la pratique, un réglage des horaires tel que tout ce qui se récupère soit absorbé par les autres voitures. La batterie-tampon donne toute latitude pour le fonctionnement des trains en récupération, sans avoir à se préoccuper outre mesure des positions relatives de chacun des trains.

Les batteries d'accumulateurs trouvent encore leur emploi sur les réseaux à courant alternatif, comme batteries de secours, partout où une interruption peut avoir de graves inconvénients : éclairage public, tramways, éclairage et services des gares, éclairage de salles de réunion publique (théâtres, casinos, etc.) et certaines industries privées.

La batterie donne un secours immédiat, ce qui ne peut être obtenu avec une usine à vapeur de réserve, à moins de maintenir constamment celle-ci sous pression et même en marche à vide, ce qui est extrêmement coûteux en personnel et en combustible.

Comme il ne s'agit pas d'une marche permanente, le rendement de double transformation n'a pas une grande influence. De plus, la charge des batteries peut se faire aux heures de faible consommation du réseau. Il y a là une forme intéressante de l'utilisation du courant de nuit. Dans ce cas, la charge n'exige aucun frais supplémentaire : elle n'apporte aucun trouble au fonctionnement de l'exploitation, puisqu'elle se fait à des heures où l'énergie est peu utilisable.

La batterie chargée donne non seulement une grande sécurité de marche au secteur, mais encore elle permet d'interrompre périodiquement l'alimentation de l'usine génératrice et d'assurer ainsi l'entretien des lignes en effectuant les petites réparations qui, lorsqu'elles sont pratiquées à temps, suppriment des causes d'interruption du courant.

Les batteries de secours sont mises en parallèle avec le réseau par l'intermédiaire d'un groupe moteur synchrone et dynamo shunt. Le démarrage du groupe s'effectue par la batterie. Lorsqu'on a atteint le synchronisme et que les interrupteurs sont fermés, on peut, en agissant sur l'excitation de la dynamo, charger ou décharger la batterie à volonté.

Les batteries de secours peuvent, en outre, être utilisées pour fournir l'appoint pendant les périodes de surcharge du réseau et aussi servir de tampon. ces deux fonctions ne demandant pas de modifications importantes au schéma des connexions.

Les dépenses résultant de la batterie de secours sont couvertes largement : 1° par la suppression des pénalités, manques de recettes, etc., pendant les arrêts : 2° par l'économie de personnel et de combustible, réalisée en évitant le maintien continuel sous pression des unités à vapeur de secours ; 3° enfin par la possibilité d'accroître la fourniture du courant et, par conséquent, la recette, la batterie absorbant les fluctuations de la charge et pouvant fournir son appoint aux heures de forte consommation.

Le Rapport de M. Nissou signale que toutes les applications dont il vient d'être parlé sont consacrées par de nombreux exemples.

Nous donnerons maintenant quelques détails sur les principaux stands des constructeurs d'accumulateurs [1].

Société pour le travail électrique des métaux. — Cette Société présentait des éléments à poste fixe et de nombreux éléments transportables.

Les éléments à poste fixe comprennent des plaques positives du type mixte pour les régimes de décharge normaux ou du type à grande surface pour les régimes de décharge très rapides.

Ces plaques sont obtenues, les unes par coulée, les autres par travail à la machine, ainsi qu'il a été décrit précédemment [1].

Les plaques négatives sont du type T. E. M. à plomb cristallin. Le montage des plaques s'effectue soit dans des bacs en verre pour les petits éléments, soit dans des bacs en bois plombé pour les gros. Les plaques de même polarité sont à volonté soudées entre elles ou réunies à l'aide d'un boulon, ce dernier système étant le plus en faveur par suite de sa grande simplicité.

Dans le Tableau suivant, nous avons réuni les constantes principales d'un petit élément et d'un gros élément avec positives mixtes ou avec positives à grande surface.

Type de l'élément	MC5	SC5	ME28	SE26
Nature du bac	verre	verre	bois plombé	bois plombé
Type des positives	mixtes	grande surface	mixtes	grande surface
Dimensions d'encombrement de l'élément en millimètres — Longueur	304	304	560	560
Largeur	240	240	1297	1286
Hauteur (tout compris)	365	365	710	710
Poids total de l'élément, en kilog	51	56	1079	1124
Capacités en ampères-heure aux régimes de décharge en 10 heures	216		4820	.
6 —	191		4250	
3 —	166	188	3700	3740
2 —	145	163	3220	3250
1 —	113	127	2520	2535
0,5 —		87		1730

Parmi les éléments transportables, on remarquait des éléments d'éclairage des trains dans lesquels les positives sont soit du type mixte, soit du type à oxyde rapporté (plaque à augets). Les plaques sont montées ici dans des bacs en ébonite ou en gummite fermés par

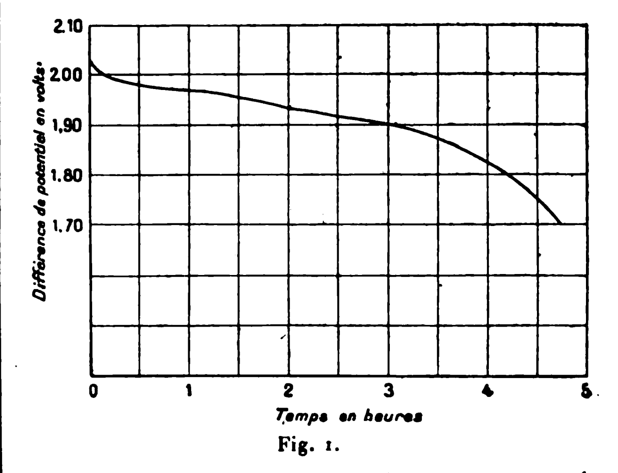


Fig. 1.

(1) Rappelons ici qu'une description sommaire des stands de l'Exposition de Marseille a été donnée dans *La Revue électrique*, t. X, 15 août 1908, p. 111.

(1) *La Revue électrique*, t. III, 30 mai 1905, p. 289.



un couvercle. Elles sont soudées à des barrettes qui portent les deux prises de courant.

Les batteries de voitures électriques comportent des plaques très légères du type à grille et oxydes rapportés. Les courbes des figures 1 et 2 montrent les résultats obtenus avec des éléments du type le plus léger. La figure 1 représente l'allure d'une décharge en 4 à 5 heures. La figure 2 exprime la variation de la capacité en fonction de l'intensité de décharge. L'élément essayé avait un poids total de $18^{kg},3$ et un encombrement total de $7^{dm^3},207$, en y comprenant les prises de courant. On déduit des courbes les valeurs suivantes :

Énergie massique.	51,9	watts-heure par kilogramme d'élément au régime de 2,185 watts par kilogramme d'élément.
Énergie massique.	39,9	watts-heure par kilogramme d'élément au régime de 8,29 watts par kilogramme d'élément.
Énergie volumique.	131,7	watts-heure par décimètre cube d'élément au régime de 5,54 watts par décimètre cube d'élément.
Énergie volumique.	101,2	watts-heure par décimètre cube d'élément au régime de 21,00 watts par décimètre cube d'élément.

Les éléments pour bateaux possèdent des plaques du type à oxydes rapportés, les positives étant enveloppées dans des toiles d'amiante préparées d'une façon spéciale. Les détails du montage sont étudiés en vue d'une fermeture absolument hermétique du bac, de façon à éviter les épanchements de liquide aux inclinaisons que prend le bateau. Ce montage a déjà été décrit ici même [1]. Dans le Tableau ci-dessous sont résumées les caractéristiques d'un élément de ce type d'après des essais effectués au Laboratoire central d'Électricité. L'élément essayé ici avait un poids total de 219^{kg} et un volume intérieur du bac de $55^{dm^3},5$.

Intensité de décharge en ampères.	Différence de potentiel moyenne en volts.	Puissance en watts.	Capacité en ampères-heure.	Énergie en watts-heure.	Puissance massique en watts par kilogramme d'élément.	Énergie massique en watts-heure par kilogramme d'élément.
57,5	1,97	113,4	3362	6647	0,518	30,35
115,8	1,97	228	2925	5781	1,041	26,38
231,5	1,955	453	2466	4831	2,066	22,03
350	1,937	678	2255	4375	3,093	19,98
600	1,90	1140	1925	3662	5,210	16,72
721	1,895	1367	1914	3650	6,240	16,66
1350	1,80	2430	1418	2550	11,090	11,64

La Société pour le travail électrique des métaux présentait encore de nombreux éléments transportables à plaques à oxydes rapportés et bacs en celluloïd avec fermeture hermétique. Ces éléments sont destinés à l'inflammation des moteurs, à l'éclairage des voitures, aux applications médicales, aux laboratoires, aux jouets, etc. De petites batteries à haute tension [1] étaient représentées par des boîtes de 44 éléments de 1 et de 2,5 ampères-heure, ces batteries à isolement parfait trouvant leur emploi dans les laboratoires scientifiques ou industriels, pour les mesures d'isolement, pour actionner les horloges électriques, etc.

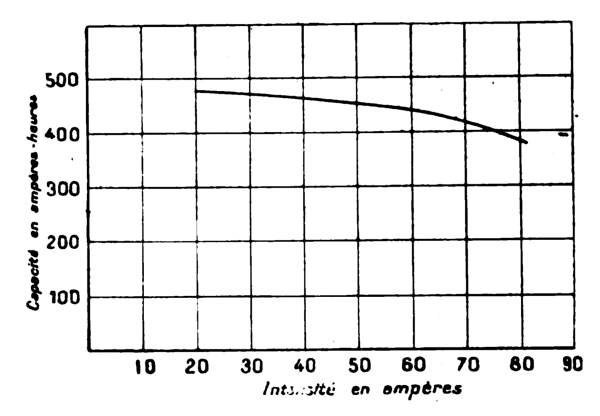


Fig. 2.

ACCUMULATEURS A. HEINZ ET Cie. — Dans les éléments à poste fixe de ce constructeur, les plaques positives sont soit du type mixte, soit du type à grande surface. Les premières se composent d'un support coulé sous pression, dont les deux surfaces comportent une série de cavités rectangulaires de 2^{mm} de largeur sur 5^{mm} de hauteur et 4^{mm} de profondeur. Après avoir été fondues, les plaques sont passées sous une machine à sertir qui a pour objet de rabattre les nervures verticales pour les ramener au niveau des rainures horizontales. Les cavités du support sont remplies d'une poudre d'oxyde de plomb, puis le tout est soumis à l'action d'une presse hydraulique de façon que la matière adhère bien au support.

Les plaques positives à grande surface sont également coulées sous pression. Elles comportent une âme de $1^{mm},5$ d'épaisseur sur les deux faces de laquelle sont disposées une série de petites nervures verticales séparées par des sillons d'une profondeur de $4^{mm},5$. La surface ainsi développée est égale à 10 fois la surface apparente.

Les plaques négatives se composent d'une grille coulée en plomb antimonié constituée d'une série de barreaux horizontaux de section triangulaire placés en chicane sur les deux faces, le sommet du triangle étant situé à la surface de la plaque. Ces barreaux sont intercalés entre plusieurs barreaux de section plus forte.

La grille est garnie de matière active à base de plomb cristallin et d'oxyde de plomb qu'on réduit à la formation. L'épaisseur de la plaque est de $6^{mm},5$; elle renferme 60 pour 100 de son poids de matière active.

Le Tableau suivant résume les caractéristiques de quatre éléments de ces deux types :

[1] *La Revue électrique*, t. IX, 15 janvier 1908, p. 22.

[1] Voir *La Revue électrique*, t. IX, 15 janvier 1908, p. 21.

Type de l'élément		B.F.8	B.F.28	A 5	C 20
Nature du bac		verre	bois plombé	verre	bois plombé
Type des positives		mixtes	mixtes	grande surface	grande surface
Dimensions d'encombrement de l'élément, en millimètres	Longueur	185	780	224	854
	Largeur	370	540	234	433
	Hauteur	475	800	305	597
Nombre de plaques	Positives	3	18	5	20
	Négatives	4	19	6	21
Dimensions des plaques, en millimètres	Hauteur	210	400	153	350
	Largeur	310	400	168	295
	Épaisseur des positives	10	11	10,5	10,8
	Épaisseur des négatives	6,5	6,5	6,	6,5
Poids des électrodes, en kilogrammes				19,157	269,71
Poids total de l'élément, en kilogrammes		52	720	32,94	523
Capacités en ampères-heure aux régimes de	10 heures	180	2880	167	2680
	5 »	157	2520	150	2400
	3 »	127	2030	120	1920
	1 »			96	1544
Intensité normale de charge, en ampères		22,5	360	25	400

Les éléments de traction sont soit du type à oxydes rapportés, soit du type Heinz-Phénix. Dans le premier cas, les plaques positives et négatives sont analogues aux négatives des éléments à poste fixe; mais l'épaisseur n'est que de 3^{mm} à 4^{mm}.

Dans les éléments Heinz-Phénix, les électrodes positives sont constituées par des séries d'électrodes cylindriques Phénix soudées à leurs extrémités à un cadre en plomb antimonié. Une électrode cylindrique Phénix comprend une tige de section quadrangulaire en plomb antimonié, la matière active constituée par des oxydes de plomb entourant la tige centrale et des rondelles d'ébonite de $0^{mm},7$ d'épaisseur empilées les unes sur les autres tout autour de la matière active.

Type d'élément		à oxydes rapportés	Phénix P 13
Dimensions d'encombrement, en millimètres	Hauteur		295
	Longueur		208
	Largeur		112
Volume total de l'élément en décimètres cubes		5,950	
Dimensions des plaques, en millimètres	Hauteur	210	
	Largeur	100	
	Épaisseur	3	
Nombre de plaques	Positives	14	
	Négatives	15	
Poids des positives, en kilogrammes		5,390	
Poids des négatives, en kilogrammes		5,415	
Poids total de l'élément en kilogrammes		16,000	18,400
Capacités en ampères-heure au régime de décharge en :	6 heures	224	234
	5 »	210	221
	4 »	196	195
	3 »	182	182

Les caractéristiques principales de deux éléments de traction sont données dans le Tableau ci-dessus.

Comme les précédents, les éléments pour bateaux sont des deux types : à oxydes rapportés ou Heinz-Phénix. Le Tableau suivant résume les caractéristiques de deux éléments essayés au Laboratoire central d'Électricité. L'élément à oxydes rapportés comprenait 29 plaques de 330^{mm} de largeur, 510^{mm} de hauteur et 5^{mm} d'épaisseur. L'élément Heinz-Phénix possédait 31 plaques. Chaque positive était composée de deux rangées de trente-deux crayons Phénix.

Type d'élément		à oxydes rapportés	Heinz-Phénix
Poids d'une positive, en kilogrammes		5,40	4,75
Poids d'une négative, en kilogrammes		5,36	5,36
Poids total d'électrodes, en kilogrammes		156,1	157,01
Poids total d'élément, en kilogrammes		234,55	230
Volume intérieur du bac en ébonite, en décimètres cubes		55,742	
Capacités en ampères-heure aux régimes de	56,2 et 56 ampères	2902	2613
	113,1 » 115 »	2753	2443
	228,2 » 230 »	2230	2012
	347 » 350 »	2063	1647
	599 » 600 »	1884	1553
Énergies massiques correspondantes, en watts-heure par kilogramme d'élément au régime de :	56,2 et 56 amp.	24,3	22,2
	113,1 » 115 »	23,1	20,8
	228,2 » 230 »	18,5	16,8
	347 » 350 »	17	13,7
	599 » 600 »	15,1	12,55

La maison Heinz présentait aussi des éléments d'allumage et des batteries pour l'éclairage des voitures, avec plaques à oxydes rapportés montées dans des bacs en celluloïd poli.

Accumulateurs A. Dinin. — La maison A. Dinin exposait quelques types d'éléments à poste fixe. Les positives de ces éléments sont du type à grande surface; elles sont coulées. Les négatives sont des grilles empâtées de matière active.

Les éléments pour voitures électriques ont leurs plaques positives et négatives du type à grille empâtée de matière active. Ces éléments permettent d'obtenir une énergie massique de 35 watts-heure par kilogramme d'élément, au régime de 5 heures. Dans des cas spéciaux, il est possible d'obtenir 45 et même 50 watts-heure par kilogramme.

La spécialité de la maison Dinin est la fabrication des petits éléments transportables et notamment d'allumage des moteurs à explosion. Les électrodes posi-

tives employées dans ces éléments comportent de grandes pastilles de matière active ayant $50^{mm} \times 90^{mm}$ environ, entourées d'un léger cadre de plomb antimonié. Les plaques négatives sont du type à oxyde rapporté à grille légère. Les plaques sont montées dans des bacs en celluloïd. Le passage des bornes à travers le couvercle est rendu étanche par l'emploi de joints en caoutchouc. Les prises de courant sont constituées par des tiges filetées en cuivre munies d'écrous et de contre-écrous. Afin d'éviter l'oxydation des bornes par la production de sels grimpants, l'écrou inférieur est placé dans une cuvette en matière isolante remplie de graisse. L'écrou supérieur est également encastré dans un chapeau isolant; on protège ainsi l'élément contre les courts-circuits accidentels.

Compagnie française des accumulateurs Union. — Cette Société exposait principalement des éléments à poste fixe et quelques éléments d'allumage de voitures et de sous-marins. Dans tous ces éléments, les positives sont du type à grande surface. Elles sont obtenues, comme on le sait, à l'aide d'un outil qui taille la plaque en plomb laminé, à la façon d'une charrue. Les négatives du type à oxyde rapporté sont constituées par un quadrillage à barreaux verticaux et à barreaux horizontaux ou inclinés suivant les cas.

Société de l'Accumulateur Tudor. — Tous les éléments fabriqués par cette Société ont leurs positives du type à grande surface, obtenues par coulée. Les négatives sont du type à grille empâtée. Au stand de l'Exposition de Marseille figuraient des éléments à poste fixe et quelques éléments d'allumage des moteurs et d'éclairage des automobiles.

On remarquait aussi en fonctionnement la soupape électrique à vibreur du système Soulier. Cette soupape bien connue permet de recharger, d'une façon simple, les petits accumulateurs lorsqu'on ne dispose que de courant alternatif. T. Pausert.

Procédé de régénération des accumulateurs électriques des AKKUMULATOREN-WERKE WITTEN G. m. b. H. (Brevet allemand 201 147 du 3 septembre 1907) (*Centralblatt f. Accumulatoren,* t. IX, 20 août 1908, p. 124). — Pour éviter la contraction de la matière active négative, on a déjà préconisé d'ajouter du charbon ou une matière carbonée à la matière active. La Société Akkumulatoren-Werke Witten a trouvé qu'il n'est pas nécessaire de faire cette introduction lors de la préparation de la matière active. Il suffit simplementd'ajouter la matière carbonée finement divisée (la suie, par exemple) à l'électrolyte de l'accumulateur en fonctionnement.

Le procédé peut être réalisé en recouvrant l'électrolyte d'une couche plus ou moins épaisse de suie; pendant la charge, celle-ci se mélange au liquide et exerce alors son influence favorable en empêchant la baisse de capacité des négatives. S'il s'agit de batteries anciennes dont la capacité a déjà baissé, l'addition au liquide de petites quantités de suie pendant une série de charges fait remonter la capacité. T. P.

Usine génératrice du transport d'énergie à 52 000 volts, Gaucin-Séville (Espagne). — D'une longueur de 125^{km}, la ligne de transmission est destinée à l'alimentation en énergie électrique de Séville et des localités situées le long du parcours. Commencée en 1904, l'entreprise, confiée aux ateliers de construction d'Œrlikon, a été mise en exploitation il y a quelques mois.

L'usine génératrice est établie à el Corchado, entre les stations Gaucin et San Pablo du chemin de fer Robadella-Algésiras, dans la province de Malaga. Elle utilise une chute de 137^m du fleuve Guadiaro, donnant un débit d'au moins 4000 l : s pendant 8 mois de l'année avec un minimum de 1508 l : s. Un barrage de 25^m de long, $3^m,65$ de haut et $0^m,80$ d'épaisseur au sommet dérive l'eau dans un canal d'une longueur de 5700^m dont 1100^m en tunnel, d'une largeur de $2^m,25$ et d'une profondeur de $1^m,45$ avec pente de 0,5 pour 1000 à ciel ouvert et 1 pour 1000 dans le tunnel. Le canal aboutit à une chambre d'eau d'une capacité de 300^{m^3}, d'où partiront trois conduites sous pression dont deux seulement sont aujourd'hui installées. Ces conduites ont un diamètre de 1^m et une longueur de 500^m, dont 200^m sont exécutés en béton armé (jusqu'à une pression de 50^m d'eau), tandis que les autres 300^m sont composés de tuyaux de 6^m de longueur en tôle d'acier Martin-Siemens, avec brides en acier Bessemer rendues étanches par du caoutchouc.

L'usine génératrice est prévue pour quatre groupes générateurs de 1500 chevaux chacun, dont trois seulement sont actuellement installés. Chaque groupe est formé d'une roue Pelton et d'un alternateur fournissant, à la vitesse angulaire de 400 t : m, des courants triphasés à la tension de 5000 volts et à la fréquence de 40 p : s; des transformateurs à bain d'huile avec refroidisseurs à eau, au nombre de sept, dont un de réserve, élèvent la tension à 32000 volts. L'usine renferme en outre deux groupes d'excitation formés chacun d'une roue Pelton de 100 chevaux et d'une dynamo donnant une tension de 110 volts à la vitesse angulaire de 1000 t : m.

Sur le circuit à basse tension sont disposés des disjoncteurs à bain d'huile avec relais à maximum et, sur le circuit à haute tension, des disjoncteurs à bain d'huile avec relais à maximum et relais à retour de courant; les disjoncteurs des deux espèces sont accouplés électriquement; ceux à basse tension sont commandés à distance mécaniquement, ceux à haute tension sont commandés électriquement.

Les lignes de départ, au nombre de deux, sont protégées par des déchargeurs à cornes, des déchargeurs à condensateurs et enfin des déchargeurs à courant d'eau.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉPHONIE.

Du Téléphone Bell aux Multiples automatiques. — Dans un précédent numéro nous avons rapidement esquissé les origines de la téléphonie. Avant de passer aux appareils compliqués aujourd'hui en usage sur les réseaux téléphoniques, nous examinerons une des premières applications de la téléphonie.

V. — La téléphonie militaire.

Une des applications de la téléphonie que nous passerons tout d'abord en revue, parce qu'elle répond à l'emploi d'un matériel simple conçu pour des conditions particulières de mobilité, est la téléphonie militaire. Ce sont surtout les installations dites *de campagne* que nous décrirons d'une manière un peu détaillée; les autres, les postes téléphoniques militaires destinés à

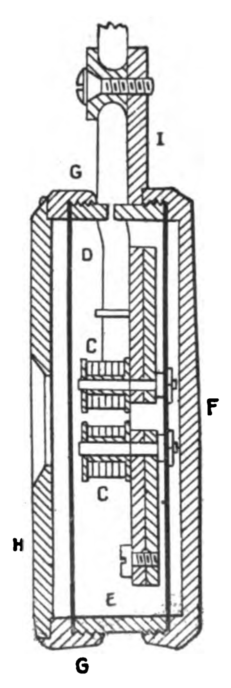


Fig. 29. — *Téléphonie militaire.*
Téléphone du type Aubry servant au poste téléphonique de campagne sans pile (portée : 5 à 6 kilomètres).

constituer un réseau, empruntant les dispositifs usuels de la téléphonie pratique et n'ayant pas en général à assurer le service d'un nombre de lignes supérieur à 4, utilisent un matériel qui n'est autre, en définitive, que celui utilisé par les administrations ou les sociétés des téléphones au début de leur développement.

Poste téléphonique de campagne sans pile (type Aubry). — Un dispositif simple formant poste téléphonique de campagne et permettant, au moyen d'un câble léger, une communication à 5^{km} ou 6^{km}, le retour se faisant par la terre, est constitué par un simple téléphone du type Aubry (*fig.* 29) avec corne d'appel. L'unique téléphone sert alternativement de transmetteur et de récepteur. L'appel se fait au moyen d'une petite trompette à anche qui produit dans le téléphone récepteur un bruit susceptible d'être entendu lors même que le téléphone n'est pas appliqué contre l'oreille.

Appel magnétique. — Les postes téléphoniques de campagne sont plus généralement à appel magnétique. Pour se débarrasser du souci de l'entretien d'une pile, on produit le courant d'appel par la mise en rotation à

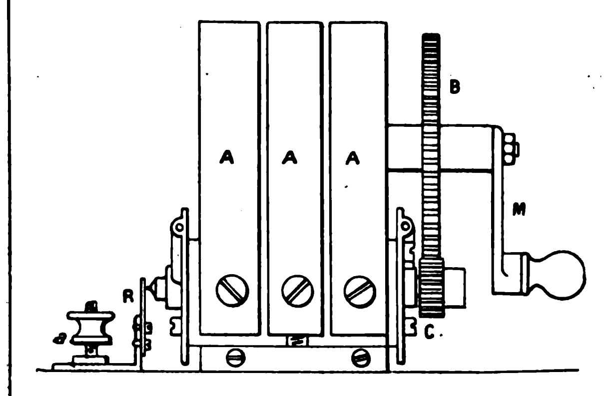


Fig. 30. — *Téléphonie militaire.*
Appel magnétique Siemens. Une petite magnéto-électrique mue à la main produit le courant d'appel.

la main d'une petite machine magnéto-électrique. La figure 30 représente l'appel magnétique Siemens qui réalise un petit alternateur. L'appel magnétique Sieur (*fig.* 31), également utilisé en téléphonie militaire, constitue un petit alternateur à fer tournant. Une roue en laiton R porte à sa circonférence 35 entailles remplies par du fer doux qui se déplacent entre les pôles d'un fer à cheval aimanté, pôles munis de deux bobinages qui forment le circuit dans lequel se développent les courants induits d'appel. La mise en rotation de la roue R est obtenue au moyen d'un système d'engrenages par l'abaissement d'une pédale P.

Modèle de la cavalerie (1890). — Le modèle de 1890 en usage dans la cavalerie comporte trois téléphones du type Aubry : l'un de 70^{mm} sert de transmetteur, les deux autres de diamètre moindre sont employés comme récepteurs. La figure 32 montre le schéma du dispositif

qui emprunte un appel magnétique Sieur et est tout entier contenu dans une sacoche de 18^{cm} de longueur

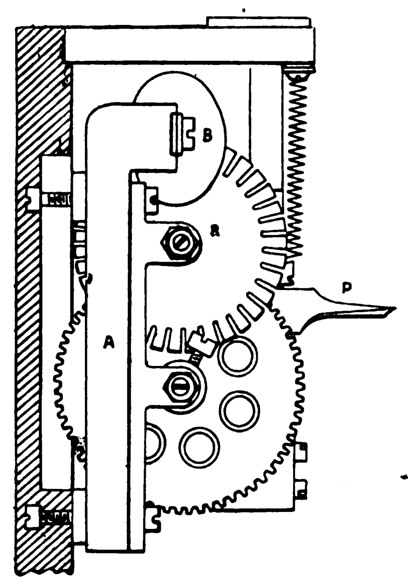


Fig. 31. — *Téléphonie militaire.*
Appel magnétique Sieur.
L'abaissement d'une pédale *p* fait tourner la roue R garnie de masses de fer doux. Par évocation d'un champ magnétique un courant d'appel est produit.

sur 13^{cm} de hauteur et 9^{cm} de largeur. La portée d'un semblable poste est de 10^{km} à 12^{km}. La sacoche se porte

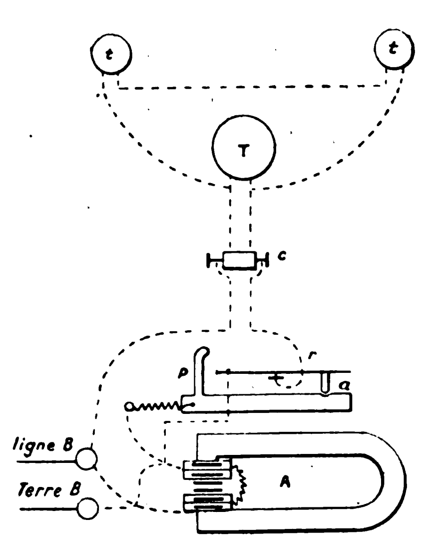


Fig. 32. — Schéma des communications d'un poste de téléphonie militaire de campagne modèle 1890. *tt*, Téléphones récepteurs; T, téléphone transmetteur; A, appel magnétique.

sur le côté, et au moment de l'utilisation le téléphoniste place la sacoche devant le corps et fixe aux deux bornes qui font saillie au dehors de la sacoche le fil de ligne et le fil de terre. Le poids total du poste téléphonique,

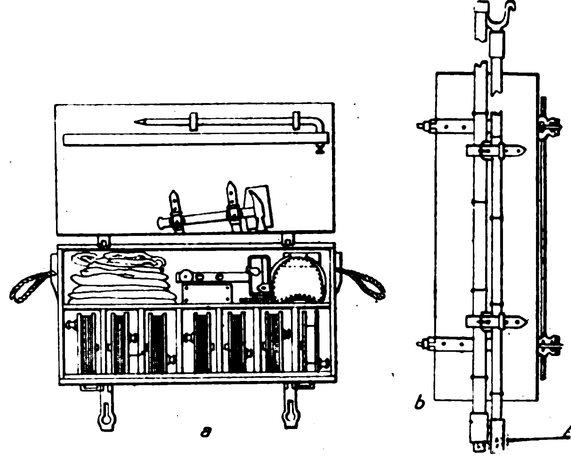


Fig. 33. — *Coffre formant demi-atelier téléphonique de campagne.*
a, Coffre ouvert, 7 bobines contenant 6^{km} de fil de ligne.
b, Coffre fermé; une lame à fourche qui sert à accrocher le fil de ligne est bouclée sur le coffre.

y compris la sacoche, est de 2^{kg},500. Un modèle identique utilisé en 1895 et pour la construction duquel on a employé l'aluminium a permis de réduire le poids total à 1^{kg},500.

Le fil de ligne est du fil bimétallique de 0^{mm},6 de diamètre. Les 12^{km} de fil sont répartis sur 14 bobines

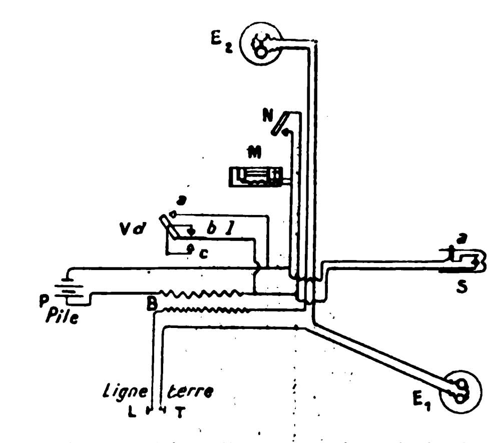


Fig. 34. — Schéma d'un poste microtéléphonique de campagne.
E_1, E_2, écouteurs téléphoniques; M, parleur microphonique; B, transformateur.

distribuées en deux lots chacun dans un coffre contenant un demi-atelier de campagne. La répartition en deux coffres du matériel d'une ligne permet la construction plus rapide d'une ligne par deux équipes travaillant simultanément. La figure 33 (*a*) montre ce coffre ouvert. La figure 33 (*b*) le représente fermé avec en des-

sus une lance à fourche en bambou à charnière servant à passer le fil par-dessus les branches d'arbres, haies, clôtures et autres divers soutiens qu'on lui donne.

Poste microtéléphonique de campagne. — On a réalisé enfin un poste microtéléphonique de campagne qui forcément emprunte le courant d'une pile. Le schéma du dispositif est donné par la figure 34. Un premier circuit comprend, disposés en série, le microphone M du type Ader, la pile P et le primaire du transformateur.

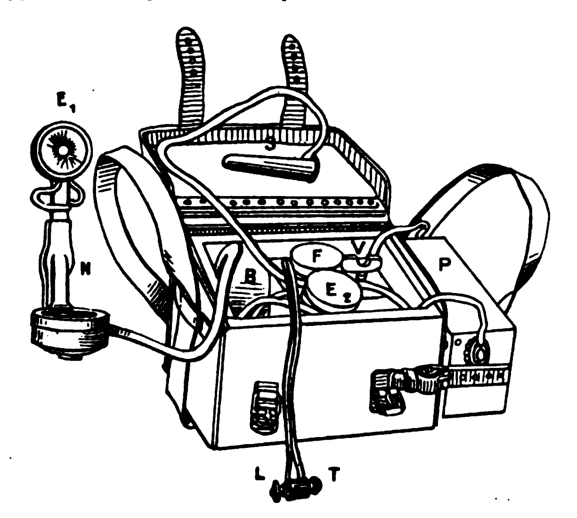


Fig. 35. — Sacoche pour poste microtéléphonique de campagne. La pile P est dans une sacoche latérale P.

Un interrupteur N permet de fermer à volonté ce circuit. Le second circuit comprend deux téléphones écouteurs E_1, E_2, le secondaire du transformateur et aboutit à deux bornes L, T où se branchent le fil de ligne et le fil de terre. L'appel est assuré soit au moyen d'une lame vibrante actionnée par un écrou à oreilles qui en vibrant intercepte et rétablit successivement le courant de la pile dans le primaire du transformateur, soit au

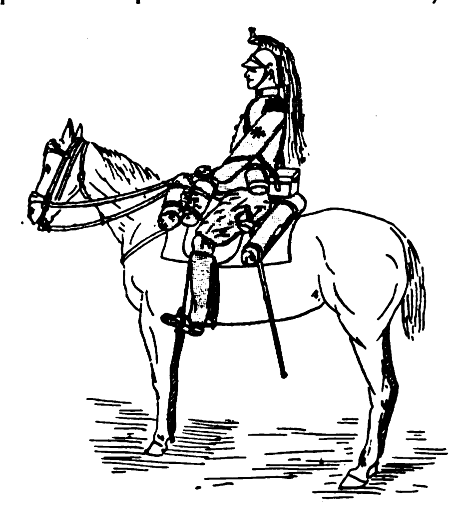


Fig. 36. — Équipement du cavalier téléphoniste muni des sacoches à poste microtéléphonique.

moyen d'une petite trompette dont l'anche vibrante produit le même office.

La pile comprend deux éléments enfermés dans une boîte en bois noir munie de deux bornes extérieures.

Tous les appareils composant un poste, à l'exception

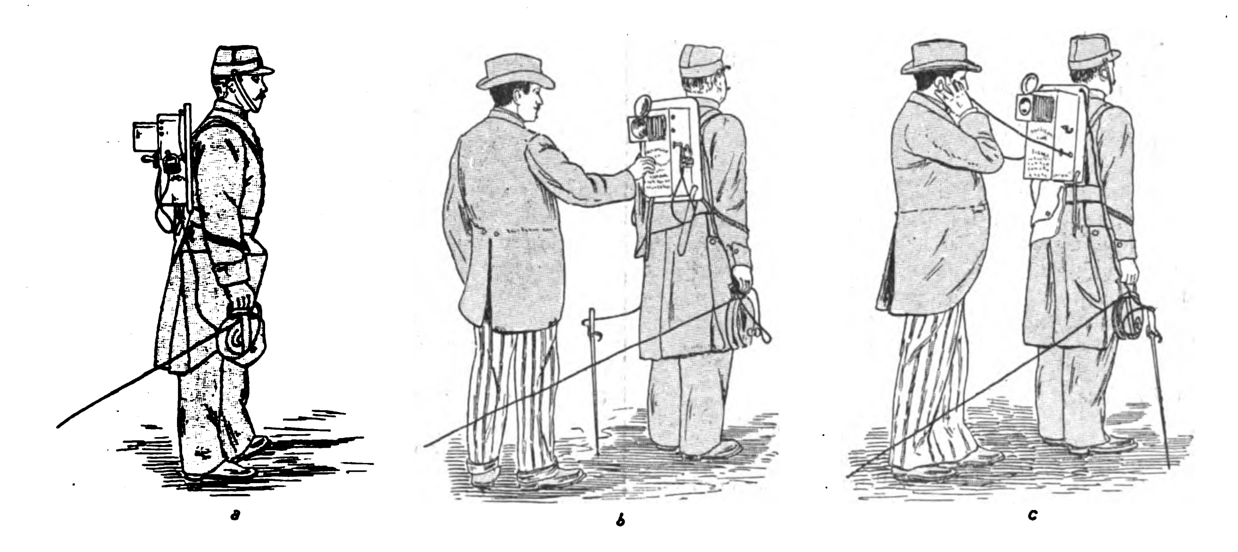


Fig. 37. — *Expérience de téléphonie militaire du capitaine Charollois.*

a, Soldat avec poste téléphonique au dos et déroulant le fil de ligne (fil métallique nu posé à terre).
b, Position d'appel; un fil soudé à une baïonnette piquée en terre forme prise de terre.
c, Position de conversation.

de la pile, sont disposés dans une boîte en bois divisée en deux parties par une cloison (*fig.* 35). Un des compartiments contient l'appel vibré V et le transformateur. L'un des écouteurs E_1 et le microphone M sont placés aux deux extrémités d'une poignée coudée à angle droit. L'écouteur est mobile et peut être fixé à la hauteur convenant au téléphoniste. Sur la poignée de l'appareil, qui permet de placer le microphone près de la bouche, le téléphone se trouvant alors appuyé à l'oreille, se trouve l'interrupteur N qui permet de fermer ou non le circuit du microphone. L'ensemble de ce dispositif E_1 N M, le second écouteur E_2 trouvent place, en même temps que la trompette S et les cordons souples aboutissant aux bornes L et T, dans le second compartiment de la boîte. Cette boîte est placée dans une sacoche en cuir. La boîte à pile est fixée sur le côté de la sacoche au moyen de courroies. Les bornes de la pile sont reliées à l'appareil au moyen de deux cordons souples sortant du premier compartiment de la boîte d'appareils.

Le poids total de l'appareil est de $4^{kg},600$.

Il est porté en bandoulière par le télégraphiste monté (*fig.* 36).

Expériences du capitaine Charollois. — Avant de quitter ce sujet de la télégraphie militaire, signalons le dispositif préconisé par le capitaine Charollois vers 1895 et qui, s'il n'a pas reçu une consécration officielle, paraît avoir quelque peu inspiré la construction des postes de campagne que nous venons de décrire.

Ce dispositif permet d'établir très simplement et très rapidement un poste téléphonique militaire volant. Les figures 37 (*a*), (*b*) et (*c*) le décrivent assez complètement pour qu'il n'y ait pas lieu d'insister. On peut ainsi, au moyen d'un fil de ligne non isolé (fil bimétallique de $0^{mm},4$ de diamètre) et simplement posé à terre, entretenir des communications téléphoniques à 4^{km} et 6^{km}. Aux manœuvres de l'Est, une ligne de 23^{km} constituée par plusieurs postes avait pu être établie et relevée en 1 heure. La possibilité de communiquer par téléphone au moyen d'une ligne à fil nu simplement posée à terre avait déjà été observée. C'est ainsi que, aux États-Unis, les fermiers du comté de Sewand, dans le Kansas, pour tromper leur isolement et communiquer entre eux, font servir les fils de clôture de leurs immenses prairies comme ligne téléphonique qui assure parfaitement les relations téléphoniques entre eux. En 1899, ce procédé un peu primitif mais peu coûteux et cependant suffisant permettait les communications téléphoniques dans l'Oklahoma et dans le Texas.

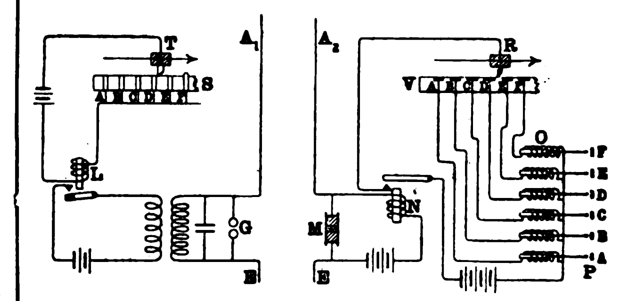
(*A suivre.*)

A. Turpain,
Professeur de Physique
à l'Université de Poitiers.

DIVERS.

Commande à distance Knudsen au moyen des ondes hertziennes (*Electrical Engineering*, t. IV, 24 septembre 1908, p 465). — M. Hans Knudsen vient de faire, au Cecil Hotel de Londres, quelques expériences sur la commande à distance, au moyen des ondes hertziennes, d'une machine à écrire ou de tout autre appareil à clavier.

Le dispositif qu'il emploie, analogue en principe à un dispositif imaginé antérieurement par l'inventeur pour la transmission sans fil des photographies, est représenté schématiquement par la figure ci-jointe.



Le transmetteur se compose d'une série de touches A, B, C, ..., dont une extrémité, portant un contact électrique, vient affleurer la partie supérieure d'une monture S au-dessus de laquelle se déplace un balai T. Lorsqu'on appuie sur une des touches, le contact que porte celle-ci est soulevé d'environ 5^{mm} au-dessus de la monture et se trouve dès lors rencontré par le balai T, lequel, au moyen du relais L, fait fonctionner l'éclateur G; des ondes hertziennes sont alors émises par l'antenne A_1.

En parvenant à l'antenne A_2 du poste-récepteur, ces ondes agissent sur le circuit du cohéreur M contenant un relais F. Ce dernier ferme un circuit comprenant le balai mobile R, l'une des touches A, B, C, ... et l'un des électro-aimants correspondants O, lesquels commandent les divers leviers d'une machine à écrire. Si donc les deux balais mobiles T et R du poste transmetteur ou du poste récepteur ont un mouvement synchrone, la lettre qu'imprimera la machine à écrire sera précisément celle de la touche du poste transmetteur sur laquelle on a appuyé.

D'après *Electrical Engineering*, le fonctionnement de l'appareil est trop lent pour qu'on puisse dès maintenant l'utiliser en pratique; mais il semble que le dispositif est susceptible de perfectionnements lui permettant de se prêter à de nombreuses applications.

M. B.

MESURES.

Sur la décimalisation du temps. — Nous recevons à ce propos la lettre suivante de M. Brylinski :

Les deux systèmes de décimalisation du temps dont a parlé M. Blondin dans une récente Chronique de *La Revue électrique* nous paraissent manquer de cohérence avec le système métrique. Cet inconvénient théorique serait à lui seul regrettable, mais bien plus fâcheuses encore sont les conséquences qui en résultent pour les calculs de navigation à la mer. Ces calculs sont par eux-mêmes longs et compliqués, et la moindre erreur y entraîne des conséquences souvent désastreuses. Il ne saurait, en effet, être question de décimaliser davantage la division de la circonférence ; la division en 400 grades, depuis longtemps adoptée par l'armée, est la seule qui coïncide avec la définition théorique du mètre, et il est indispensable que la division du temps concorde avec celle de la circonférence : lorsque l'unité de temps sera un multiple décimal du grade, les calculs nautiques seront considérablement simplifiés.

La succession régulière des jours est très certainement l'origine de l'idée de temps, de telle sorte que l'unité *fondamentale* du temps, ce qui peut n'être pas l'unité *pratique* la plus répandue, est le jour, c'est-à-dire le temps que met un point de l'équateur à décrire une *circonférence* de grand cercle.

Les fondateurs du système métrique ont pris pour unité fondamentale de longueur un sous-multiple décimal du *quadrant* terrestre, donc du *quart* de cette circonférence. Pour qu'il y ait concordance avec cette unité, il est nécessaire que l'unité d'angle soit un sous-multiple décimal du quart de la circonférence, ce qui est bien le cas du *grade*, et que l'unité de temps soit un sous-multiple décimal du *quart de jour,* puisque le jour est *en temps* la notion identique à un grand cercle terrestre en longueur.

Si donc on veut avoir une unité de temps cohérente avec les définitions fondamentales qui sont à l'origine du système métrique, il faut prendre pour cette unité le quart de jour ou un de ses sous-multiples décimaux.

Afin de fixer les idées, prenons le *quarantième* de jour comme unité, et appelons le *trope,* sans attacher, *a priori*, d'importance fondamentale ni à la puissance de 10 ainsi choisie, ni à la dénomination adoptée (¹).

Nous aurions la correspondance d'unités qu'indique le Tableau suivant :

Décatrope	$\frac{1}{4}$ de jour
ou 6 heures.	
Trope	36 minutes
ou 2160 secondes.	
Décitrope	$3^m 36^s$
Centritrope	$21^s,6$
Millitrope	$2^s,16$
Dixième de millitrope	$0^s,216$
ou sensiblement $\frac{1}{5}$ de seconde.	

Ce simple Tableau montre que cette unité serait d'un emploi commode dans la pratique.

On entrevoit trois moyens de réalisation de ce système.

On peut pousser plus loin la division actuelle du jour en deux fois 12 heures, et l'amener à quatre grandes divisions : le *matin*, le *jour,* le *soir,* la *nuit,* chacune de ces grandes sections étant divisée en 10 tropes.

On peut garder la division actuelle en jour et nuit et y remplacer 12 heures par 20 tropes.

On peut enfin aller jusqu'au bout dans la voie où se sont engagés certains pays et faire tout de suite des cadrans de montre d'un jour de 40 tropes.

Le dernier système nous paraît le plus logique, ce qui ne veut pas dire qu'il soit le plus commode en tous les cas, ni qu'il ait les plus grandes chances d'être adopté.

Quoi qu'il en soit, le moment ne semble pas venu de discuter cette question d'une manière plus approfondie ; mais il n'était pas sans intérêt de rappeler les bases fondamentales de la question telles qu'elles nous apparaissent.

E. BRYLINSKI.

(¹) Le mot *trope* vient des *tropomètres* que le Service hydrographique de la Marine française a fait construire il y a dix ans déjà et qui, tout en étant divisés en *grades,* peuvent être envisagés comme des chronomètres décimalisés suivant le système que nous exposerons.



VARIÉTÉS. — INFORMATIONS.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Circulaire du Ministre du Travail en date du 1er septembre 1908 relative à l'affichage des lois ouvrières dans les chantiers.

Par un arrêt en date du 20 juin 1908, la Cour de cassation a cassé un jugement de simple police en ce qu'il portait relaxe d'un entrepreneur poursuivi pour n'avoir pas apposé les affiches prévues par la loi du 2 novembre 1892 dans un chantier de démolition et de construction ouvert dans une filature appartenant à un tiers.

Mon attention a été appelée à la suite de cet arrêt sur les obligations incombant aux entrepreneurs de travaux publics, en ce qui concerne l'affichage prescrit par les lois de 1892 et de 1898, dans les chantiers provisoires installés par eux sur des terrains ou dans les locaux appartenant à des tiers. Le service de l'Inspection du travail doit-il exiger l'affichage dans tous ces chantiers indistinctement?

Les dispositions réglementaires sont formelles sur ce point que les chefs d'entreprise sont tenus de faire apposer les affiches dans chaque atelier, et mon Administration a toujours estimé, conformément à la doctrine de la Cour de cassation, que les chantiers ouverts dans les conditions susvisées constituent bien des ateliers.

Mais il convient de remarquer que, s'il importe d'assurer l'application de la loi, conformément à cette jurisprudence, dans les chantiers présentant une certaine importance en raison de leur durée et du nombre de leurs ouvriers, il serait excessif d'exiger l'affichage des divers documents réglementaires dans les petits chantiers de réparations courantes, de même qu'on ne saurait utilement le requérir dans ceux qui sont ouverts au domicile des particuliers. Dans ces deux derniers cas, les lois et règlements peuvent être utilement affichés et tenus à la disposition des ouvriers, au siège même de l'entreprise, et cet affichage me paraît répondre suffisamment au vœu du législateur.

Je vous prie d'assurer, dans le sens des présentes instructions, dans les chantiers de votre circonscription, l'application des dispositions dont il s'agit.

ANNEXE.

Arrêt de la Cour de cassation du 20 juin 1908.

La Cour,

Ouï M. le conseiller Le Grix, en son Rapport, et M. l'avocat général Lénard, en ses conclusions;

Sur le moyen du pourvoi pris de la violation des articles 11 et 26 de la loi du 2 novembre 1892:

Vu lesdits articles;

Attendu qu'aux termes de l'article 11 précité, les patrons ou chefs d'industrie et loueurs de force motrice sont tenus de faire afficher dans chaque atelier les dispositions de la présente loi et les règlements d'administration publique relatifs à son exécution et concernant spécialement leur industrie, ainsi que les adresses et les noms des inspecteurs de la circonscription;

Attendu qu'il est relaté au jugement attaqué que Masquilier, entrepreneur de maçonnerie, demeurant à Tourcoing, avait entrepris à Lille dans une filature appartenant à un tiers des travaux de démolition et de construction; que dans ces conditions cet entrepreneur était tenu comme chef d'industrie des obligations imposées par la loi du 2 novembre 1892; qu'il devait notamment procéder dans le chantier par lui ouvert à Lille, et où ses ouvriers travaillaient sous sa direction, à l'affichage prescrit par l'article 11 de ladite loi;

Attendu que, pour relaxer le prévenu, le Tribunal de simple police s'est fondé à tort sur ce que le terrain sur lequel s'effectuait le travail était *la propriété d'un tiers;* qu'en effet, le propriétaire l'avait mis à la disposition de l'entrepreneur pour que celui-ci y installât ses ouvriers; que dès lors ce terrain constituait un atelier ou chantier au sens de la loi du 2 novembre 1892;

D'où il suit qu'en n'affichant point, comme l'a constaté le procès-verbal, dans le chantier par lui ouvert, les dispositions de ladite loi et des règlements d'administration publique relatifs à son industrie et en n'adressant pas à l'inspecteur de la circonscription le duplicata de cette affiche, Masquilier a contrevenu à l'article 11 précité;

Que, par suite, en le relaxant, le jugement attaqué a violé les dispositions de la loi visées au moyen;

Par ces motifs:

Casse et annule le jugement du Tribunal de simple police de Lille, en date du 31 août 1907, seulement en ce qu'il a relaxé le prévenu des deux contraventions relevées contre lui pour défaut d'affichage prescrit par l'article 11 de la lo du 2 novembre 1892, et d'envoi du duplicata de l'affiche à l'inspecteur du travail de la circonscription, les autres dispositions du jugement contenant condamnation du prévenu pour trois autres contraventions étant expressément maintenues. et pour être à nouveau statué conformément à la loi, renvoie la cause et le prévenu devant le Tribunal de simple police d'Armentières, à ce désigné par délibération spéciale prise en la chambre du Conseil.

Application du décret du 11 juillet 1907 (1) sur la sécurité des travailleurs dans les établissements qui emploient des courants électriques.

Circulaire du Ministre adressée aux inspecteurs divisionnaires du travail en date du 12 mai 1908.

J'ai l'honneur de vous adresser ci-après le texte du décret du 11 juillet 1907 sur la sécurité des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre les courants électriques : les dispositions nouvelles remplacent celles de l'article 17 du décret du 29 novembre 1904, devenues insuffisantes par suite du développement croissant des applications industrielles de l'électricité. Vous trouverez à la suite le texte d'un autre décret en date également du 11 juillet 1907, abrogeant l'ancien article 17 du décret du 29 novembre 1904.

Les quatre premières sections du décret du 11 juillet 1907 contiennent des dispositions d'ordre technique concernant les installations électriques.

1° La première section classe les installations en deux catégories, suivant que la tension entre les conducteurs et la terre est inférieure ou supérieure à 600 volts pour les installations à courant continu et à 150 volts pour celles à courant alternatif; les tensions de la première catégorie ne pouvant qu'exceptionnellement devenir dangereuses, la plupart des dispositions du décret s'appliquent exclusivement aux installations de deuxième catégorie.

(1) *Voir* le décret du 11 juillet 1907 reproduit dans le *Bulletin des Usines électriques* de juillet 1907.



2° Vous remarquerez (section II) que les exploitants devront, en ce qui concerne les bâtis des machines, soit les relier électriquement à la terre, soit les isoler électriquement du sol. L'article 2 du décret, à la différence de l'ancien article 17 du décret du 29 novembre 1904, leur laisse le choix entre les deux méthodes, mais il prescrit des mesures de protection afférentes à chacune d'elles.

3° L'installation des tableaux de distribution et la protection du personnel affecté à leur surveillance font l'objet de prescriptions détaillées (section III). Vous remarquerez en particulier que, lorsque le danger d'une électrocution apparaît possible, notamment lorsque le sol est très conducteur, les prescriptions du décret deviennent plus sévères.

4° En ce qui concerne l'installation des canalisations (section IV), le danger résultant des manœuvres intempestives sur des lignes en charge sera considérablement atténué par les prescriptions très complètes de l'article 10, qui sont également applicables aux lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux spéciales aux établissements industriels et montées sur les mêmes supports que les lignes principales.

Je crois devoir me borner pour le moment à ces indications très sommaires sur les premières sections du décret. Des instructions précises seront données au fur et à mesure des demandes de renseignements que vous m'adresserez pendant la première période d'application, et seront réunies, s'il y a lieu, dans une circulaire d'ensemble.

Je n'insisterai aujourd'hui que sur les deux dernières sections qui organisent les mesures de contrôle et déterminent le champ d'application du décret.

a. L'article 13 (2°) prescrit que des extraits du présent règlement seront affichés dans les salles contenant des installations de la deuxième catégorie. Ces extraits peuvent varier suivant la nature et la disposition des installations. Les textes dont l'affichage semble s'imposer le plus généralement sont les articles 6 (§ 3, 7, 10, 11 et 12). Le texte de l'article 4 devra être affiché dans les locaux de deuxième catégorie destinés aux accumulateurs, dans les ateliers contenant des corps explosifs ou dans lesquels il peut se produire soit des gaz détonants, soit des poussières inflammables.

b. Quant à l'Instruction sur les premiers soins à donner aux victimes d'accidents électriques, prévue par le même article 13 (2°). elle est actuellement en cours de préparation. Je vous ferai parvenir l'arrêté ministériel qui doit en fixer les termes.

c. Vous aurez soin de veiller, dans les cas prévus par l'article 14, à ce que la consigne spéciale visée par le deuxième paragraphe de cet article soit portée à la connaissance du personnel.

d. Lorsque les établissements créés avant la promulgation du présent décret ne se trouveront point conformes aux prescriptions des articles 5 (§ 3) et 6 (§ 1er), vous aurez à examiner si les conditions d'installation vous permettent ou non de proposer la dispense prévue par l'article 15 (§ 1er). Si vous estimez que cette dispense ne doit pas être accordée, vous devez le faire connaître à l'industriel par une mise en demeure, en *l'avisant toutefois qu'un recours lui est ouvert,* conformément à l'article 15 (§ 1er).

Dans le cas contraire vous auriez à proposer, avec avis motivé, la dispense prévue par cet article. Mais il appartient à l'industriel de vous indiquer lui-même, *au préalable,* dans une Note technique, les mesures de sécurité par lesquelles il s'engage à satisfaire au dernier paragraphe de l'article 15, mesures sur lesquelles le Comité consultatif des arts et manufactures sera consulté.

La même procédure s'appliquerait au n° 2 de l'article 15, au cas où l'application des prescriptions des articles 5, § 3, et 6, § 1er, serait pratiquement impossible.

e. Champ d'application du décret. — L'article 17 stipule que le décret ne s'applique pas, en dehors de l'enceinte des usines de production, aux distributions d'énergie électrique réglementées en vertu de la loi du 15 juin 1906. L'application de cette loi qui a abrogé la loi du 25 juin 1895 est, en effet, assurée par le Ministre des Travaux publics, et la compétence respective des deux Départements ministériels, en matière de sécurité, doit être définie d'après les principes ci-après :

Le contrôle de l'Administration des Travaux publics ne porte que sur les distributions proprement dites, c'est-à-dire sur les canalisations, transformateurs, sous-stations et ouvrages de toute nature qui servent à transporter ou à transformer le courant depuis les usines de production jusqu'aux usines d'utilisation ou jusqu'aux immeubles particuliers.

Tous les autres ouvrages servant à produire ou à utiliser l'énergie électrique, et affectés à un usage industriel, relèvent du Ministère du Travail, notamment les usines de production, même si elles sont concédées par l'acte qui autorise la distribution.

Ces principes très précis permettront, dans la grande majorité des cas, de délimiter la compétence des deux Administrations. Il peut arriver, toutefois, que des installations comportent à la fois des ouvrages de distribution et des ouvrages de production. C'est notamment le cas lorsqu'une sous-station de transformation de courant alternatif en courant continu comprend des moteurs à vapeur ou hydrauliques produisant normalement du courant.

Dans ce cas le caractère d'usine de production est prédominant et l'installation tout entière doit être placée dans les attributions d'un seul Ministère, celui du Travail.

Reste la question des distributions établies sur des terrains particuliers :

En ce qui concerne les distributions concédées, dans les parties où elles n'empruntent ni la grande voirie, ni les voies vicinales ou urbaines, la compétence de l'Administration des Travaux publics résulte de la loi elle-même. Toute distribution qui emprunte, ne fût-ce qu'en un point, le domaine public est placée sous son contrôle, non seulement en ce qui concerne les parties établies sur la voirie, mais encore en ce qui concerne toutes ses autres parties.

Les distributions qui sont exclusivement établies sur des terrains privés et ne sont pas reliées à des distributions empruntant la voirie sont soustraites, par la loi, au contrôle de l'Administration des Travaux publics, et, si elles sont affectées à un usage industriel, elles rentrent dans les attributions du service de l'Inspection du travail.

Toutefois, les distributions établies sur des terrains privés, mais à moins de 10m des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes, doivent, aux termes des articles 2 et 4 de la loi du 15 juin 1906, satisfaire aux conditions techniques fixées par l'Administration des Travaux publics en vertu de l'article 19 de cette même loi, et il vous appartiendra de veiller à l'exécution de ces conditions et, le cas échéant, de m'en signaler l'inexécution, pour que je puisse en faire part au service compétent.

Reste à préciser comment s'exerce la surveillance des conditions proprement dites du travail (durée du travail, hygiène, etc.).

La loi du 15 juin 1906, en spécifiant explicitement que les distributions seraient soumises, au point de vue de la sécurité des personnes et des services publics, aux dispositions d'arrêtés réglementaires du Ministre des Travaux publics, a soustrait leurs installations à celles des prescriptions de la loi du 12 juin 1903 qui concerne la sécurité du personnel, mais la loi de 1906 est muette en ce qui touche l'hygiène et les conditions proprement dites du travail.

J'estime, en conséquence, qu'il appartient aux inspecteurs du travail d'en assurer la surveillance pour les distributions d'énergie électrique comme pour les autres industries.

Je vous rappelle, enfin, que la loi des 12 juin 1893 et 11 juil-

let 1903 n'est pas applicable aux mines, minières et carrières, ni aux chemins de fer et tramways, ni, par conséquent, aux installations électriques qui desservent ces entreprises. Ne sont notamment pas soumises aux dispositions du décret du 11 juillet 1907 les usines de production d'énergie, affectées au service des mines, minières ou carrières ou des chemins de fer et tramways; leur contrôle appartient à l'Administration des Travaux publics. Au contraire, les ateliers et établissements industriels visés dans la circulaire du 20 janvier 1904 relèvent, dans les conditions fixées par cette circulaire, du contrôle commun du Ministère des Travaux publics et du Ministère du Travail.

Pour des motifs analogues, les usines génératrices, qui, tout en fournissant en fait l'énergie électrique nécessaire aux mines, aux chemins de fer ou aux tramways, n'ont pas été spécialement créées en vue de leur service ou en vertu de leurs actes de concession, mais sont destinées à produire du courant pour d'autres usages industriels ou commerciaux, ne rentrent pas dans les exceptions prévues par la loi du 12 juin 1893; par conséquent, elles doivent être placées dans les attributions du Ministère du Travail, et vous aurez à assurer dans ces usines l'application du décret du 11 juillet 1907.

Je vous adresse ci-joint un nombre suffisant d'exemplaires de la présente circulaire, dont vous assurerez l'envoi aux inspecteurs placés sous vos ordres. Vous trouverez, annexés à la circulaire, à titre documentaire, la loi du 15 juin 1906, ainsi que le décret du 17 octobre 1907 organisant le service du contrôle de distribution d'énergie électrique, en exécution de l'article 18 (3°) de ladite loi, l'arrêté du 21 mars 1908 du Ministre des Travaux publics déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906, et le décret du 3 avril 1908 portant réglementation publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Loi fixant le régime douanier applicable au carbure de calcium.

Le Sénat et la Chambre des Députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ARTICLE UNIQUE. — Le Tableau A, annexé à la loi du 11 janvier 1892 portant établissement du tarif général des douanes, est complété de la manière suivante :

Numéro.	Désignation.	Tarif général.	Tarif minimum.
262 *bis*	Carbure de calcium, 100kg...	9fr	6fr

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des Députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 5 décembre 1908.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,
JEAN CRUPPI.

Le Ministre des Finances,
J. CAILLAUX.

(*Journal officiel* du 7 décembre 1908.)

Extrait du procès-verbal de la séance du lundi 9 novembre 1908 du Comité consultatif du Syndicat des Usines d'électricité (1).

Présents : MM. Frénoy, président; Fontaine, secrétaire général; Cochegrus, de Clarens, Doucerain, Duvaux, Philippart, Sirey.

Absent excusé : M. Hussenot.

CONSEIL D'ÉTAT. — M. le Secrétaire rend compte des arrêts suivants : 25 novembre 1907, Société industrielle d'Électricité contre l'État, question de patente; 22 mai 1908, Compagnie du Gaz de Lyon contre consorts Bal-Sollier, fuite de gaz, entrepreneur de travaux, part de responsabilité à la charge de la Compagnie du Gaz; 5 juin 1908, Delmas contre ville de Pornic, obligation de fournir le courant électrique à toute heure; 24 juillet 1908, Société Valette, Meaume et Cie contre ville d'Aubusson, concurrence irrégulière de l'électricité, indemnité (circ. nos 48, 45, 44 et 52 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz).

CONSEIL DE PRÉFECTURE. — M. le Secrétaire donne connaissance de l'arrêté du Conseil de préfecture de l'Allier du 12 novembre 1906, Breton contre ville de Vichy, distribution d'eau potable, monopole des fournitures, compteurs, extension du monopole (*Journal des Usines à gaz*, 20 sept. 1908).

COURS D'APPEL. — M. le Secrétaire communique les arrêts suivants : Pau, 6 mai 1908, Compagnie du Midi contre Arana et Capot, expédition de marchandises, chargement par l'expéditeur, bâchage défectueux, Compagnie irresponsable (circ. n° 57 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz); Grenoble, 22 mai 1908, veuve Ailloud contre Mutuelle de l'Ouest, assurance contre l'incendie, déclaration imposée à l'assuré, contiguïté avec un risque agricole, assurance nouvelle, déchéance (*Loi*, 31 octobre 1908).

TRIBUNAUX CIVILS. — M. le Secrétaire rend compte des jugements suivants : Pamiers, 26 mars 1908, Fusion des Gaz contre X..., vol de gaz (circ. n° 41 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz). Seine, 6 mai 1908, Enregistrement contre MM. Rouland et Chamon, enregistrement, concession d'éclairage, chauffage, force motrice, gaz, conditions, droits à percevoir, pluralité, loi du 22 frimaire an VII, article 11, convention de bail et de marché, assiette de ces droits (*Loi*, 25 sept. 1908). Seine, 26 mai 1908, Compagnie générale parisienne de Tramways contre Octroi de Paris, octrois, fers, transformation non industrielle, sortie, consommation non locale, preuve, moyens de droit commun, expertise, admission (*Loi*, 26 sept. 1908).

TRIBUNAUX DE COMMERCE. — M. le Secrétaire communique au Comité les jugements suivants : Lyon, 8 janvier 1908, Etablissements Piguet et Cie contre faillite Mendelsohn, compétence territoriale, louage de choses, bail de machine, attribution de compétence au Tribunal de commerce du bailleur, faillite du locataire, annuité du bail non payée, demande en résiliation du bail par le bailleur devant son Tribunal (*Bulletin international de l'Électricité*, 25 juillet 1908). Saint-Étienne, 23 juillet 1908, Tranchant contre Castel et Compagnie de Transports automobiles, compétence commerciale, succursale d'une maison de commerce, domicile de cette succursale attributif de juridiction (*Loi*, 6 août 1908). Seine, 8 août 1908, Compagnie électrique des Tramways de la Rive gauche contre Compagnie des Tramways de l'Ouest parisien, tramways, ligne, rails et courant électrique, propriété du concessionnaire, emprunt sans autorisation, dommages-intérêts (*Loi*, 7 novembre 1908).

SYNDICATS PROFESSIONNELS. — Il est donné connaissance de l'arrêt de la Cour de cassation du 2 mai 1908, droit de se porter partie civile dans les poursuites pénales subordonné à la condition que les intérêts collectifs que le Syndicat représente soient directement lésés par le fait poursuivi (Synd. des Trav. publ., 1er novembre 1908).

LOUAGE DE SERVICES. — Tribunal de commerce d'Arras, 22 mai 1908. Louage de services, mandat, contrat mixte, révocation, absence de préavis, dommages-intérêts (*Loi*, 24 octobre 1908).

(1) Sur demande le Syndicat fournit tous détails sur les espèces signalées à la séance.

GRÈVE. — Il est rendu compte du jugement du Tribunal de Paris, Xe arrondissement, 9 août 1908, Mansuelle contre Pataud, grève, droit, usage abusif, syndicat, secrétaire, responsabilité (*Loi*, 10 sept. 1908), et du jugement du Tribunal civil de la Seine du 6 août 1908, Comédie française contre Compagnie Edison, grève, force majeure, théâtre, éclairage, non-substitution de l'éclairage au gaz, ordonnance de police, interdiction, demande non recevable (*Loi*, 7 août 1908).

TRAVAIL DANS LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS. — Sont communiqués les arrêts suivants de la Cour de cassation, chambre criminelle, 21 mai 1908, Min. pub. contre Housez et Cie, travail dans les établissements industriels, loi du 2 novembre 1892, infraction, mise en demeure, livrets (*Loi*, 30 sept. 1908), et 20 juin 1908, Min. pub. contre Masquilier, travail dans les établissements industriels, affichage, infraction, entrepreneur de maçonnerie, chantier de construction (*Loi*, 24 sept. 1908).

RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL. — Est soumis au Comité consultatif le jugement du Tribunal de simple police d'Aubeterre, 16 janvier 1908, Min. pub. contre Papeterie de l'Épine, réglementation du travail, spécialistes des usines à feu continu (circ. n° 51 du Synd. prof. de l'Ind. du Gaz).

INTERPRÉTATION DE TRAITÉ. — Répondant à la question posée par un adhérent du Midi sur le droit d'un abonné à forfait de réclamer l'application des nouvelles lampes à faible consommation, ou une réduction de prix correspondant à l'économie, le Comité consultatif, connaissance prise du traité, indique que le type de lampes à fournir aux abonnés est évidemment celui en usage au moment où a été passé le traité de concession, puisque c'est la consommation effectuée par les lampes de ce type qui a dû servir de base à l'établissement des prix forfaitaires.

Il n'appartient, d'ailleurs, pas aux abonnés de se faire juge du type de lampes à employer, puisqu'aux termes de l'article 18, ils doivent s'adresser au concessionnaire pour la fourniture des lampes de rechange (qui doivent être conformes au modèle pris en considération pour la fixation du prix de l'éclairage).

L'emploi du limiteur de courant ne saurait apporter aucune modification à ce mode de fourniture, puisqu'il sert uniquement à empêcher l'abonné de mettre en service un plus grand nombre de bougies que celui auquel il a droit, d'après le prix forfaitaire qu'il paye au concessionnaire.

En ce qui concerne la réduction de prix, le Comité consultatif répond que, dans tous les cas, une telle amélioration ne devrait être adoptée par le concessionnaire qu'*après invitation de l'administration municipale*, d'après les termes formels de l'article 22, paragraphe II, celle-ci ne pouvant évidemment la réclamer que sous forme d'amélioration générale du système de son éclairage.

Sur le droit de l'abonné d'actionner le concessionnaire devant un tribunal quelconque, le Comité répond que le Conseil de préfecture n'a compétence que dans les contestations entre la commune et son concessionnaire. Les contestations entre le concessionnaire et les abonnés sont de la compétence des tribunaux ordinaires.

Répondant aux questions posées par un autre adhérent du Midi, après examen du cahier des charges, le Comité consultatif donne l'avis suivant : de l'examen des articles 6, 7, 8, 11 et 13 du traité de 1907, il résulte que l'éclairage de la commune comporte :

1° *Un éclairage normal quotidien par lampes à incandescence;* l'installation des appareils, l'entretien normal, le remplacement des lampes ou globes, et la fourniture du courant sont à la charge du concessionnaire (art. 6 et 7). La propriété des appareils et matériel appartient évidemment au concessionnaire, puisque celui-ci les a installés à ses frais, et cela se trouve confirmé par la disposition de l'article 24 qui dit que la commune, en cas de rachat, devra en payer le prix si elle veut s'en rendre propriétaire.

2° *Un éclairage extraordinaire par lampes à arc pour les dimanches, jours de foires et de fêtes;* par exception à la disposition de l'article 6 relative à l'éclairage normal, les frais d'installation sont à la charge de la commune (art. 8). Celle-ci reste donc, en réalité, propriétaire de ces lampes et ne saurait, par conséquent, avoir à en payer le prix en cas de rachat des appareils d'éclairage.

L'article 8 *ne vise que la fourniture du courant comme devant être à la charge du concessionnaire en ce qui concerne lesdites lampes à arc*. Il ne dit nullement que leur entretien sera également à sa charge; cet entretien, qui concerne des appareils destinés à un éclairage extraordinaire et se trouvant la propriété de la ville, puisqu'elle les a installés à ses frais, ne saurait être confondu avec l'*entretien normal* prévu par l'article 7 à la charge du concessionnaire, qui vise évidemment les appareils et matériel d'éclairage normal, que celui-ci doit acquérir et installer à ses frais et dont il est propriétaire.

OBLIGATION D'ÉTENDRE LE RÉSEAU. — Le Comité consultatif, connaissance prise de la lettre d'une société adhérente et du traité de concession, répond comme suit : le mot *agglomération* n'est pas dans le contrat; il y a *la commune*. Le fait qu'un seul abonné demande l'extension est sans portée, le texte étant général et sans distinction. Mais que doit-on entendre par *la commune?* Est-ce le périmètre de l'octroi? Dans le silence du contrat, le Comité n'étendrait pas l'obligation d'extension au delà des limites de l'octroi, le territoire de la commune étant bien plus étendu.

Le Comité consultatif fait remarquer toutefois le danger qu'il y a à faire limiter la concession en cas de concurrence. Si le concessionnaire interprète sa concession comme ne s'étendant pas au delà des limites de l'octroi, il peut risquer qu'une autre société d'électricité concurrente vienne lui dire qu'il n'a pas le monopole en dehors de l'octroi et que par conséquent elle peut avoir le droit de distribuer. C'est une arme à deux tranchants. Le monopole a pour corollaire l'obligation de fournir le courant.

AUTORISATION ANTÉRIEURE A LA LOI DE 1906. — En ce qui concerne la question posée par une société de la région de l'Ouest, le Comité consultatif donne l'avis suivant : D'après l'article 26 de la loi du 15 juin 1906, votre permission est maintenue dans sa teneur. Quant à l'effet que la commune prétend attribuer à son contrat de concession relativement à l'exploitation des permissions antérieures, cela est absolument inadmissible. Il y a un arrêt du Conseil d'État du 8 mai 1896, concernant la ville de Vallauris, qui décide notamment qu'une concession nouvelle de l'éclairage ne peut pas supprimer le bénéfice des concessions préexistantes; elles sont en l'état de possession antérieure que la concession nouvelle ne peut pas diminuer. D'autre part, la loi nouvelle ne s'applique pas.

RÈGLEMENT D'EAU. — Le Comité consultatif, après avoir pris connaissance de la lettre d'une société électrique du Sud-Est et du cahier des charges, répond comme suit : Le Comité consultatif conseille de faire observer aux Ponts et Chaussées que la production de l'acte de concession qui n'établit pas de limites aux terrains communaux dont la Société a la jouissance pour l'établissement de son barrage dispense de renouveler l'autorisation de la commune. La modification du règlement d'eau au barrage actuel ne peut donner lieu qu'à une nouvelle instruction dans les formes du décret de 1905, au cours de laquelle il y aura une enquête. Si la commune devait s'opposer à l'extension du remous en amont, elle pourrait le faire. Si le décret de 1905 (art. 2) oblige le pétitionnaire à justifier qu'il a la libre disposition du sol sur lequel les ouvrages doivent être exécutés, et no-

tamment des rives, il a rempli cette condition en produisant la concession.

REFUS DU CONCESSIONNAIRE D'ÉCLAIRER UN PARTICULIER. — En ce qui concerne la question posée par un membre du Syndicat sur le droit qu'il aurait d'actionner la ville dans le cas où il perdrait le procès qu'il a intenté au concessionnaire de l'éclairage électrique pour avoir de l'éclairage au compteur d'énergie, le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Il n'appartient pas à un particulier d'assigner la ville devant le Conseil de préfecture, en interprétation d'un traité de concession auquel il n'a pas été partie. S'il veut faire fixer l'interprétation, il doit demander, au Tribunal devant lequel il a assigné le concessionnaire en exécution de ses obligations envers lui, de renvoyer l'affaire devant le Conseil de préfecture, pour l'interprétation de la clause en question, de façon à permettre au Tribunal de statuer sur le fond une fois l'interprétation fixée par le Conseil de préfecture. Si le Tribunal s'y refuse, le particulier peut renouveler sa demande de renvoi au Conseil de préfecture en appel et porter enfin le litige devant la Cour de cassation, s'il le croit utile au cas où la Cour d'appel se refuserait également au renvoi.

FILS INSTALLÉS PAR DES PARTICULIERS SANS AUTORISATION. — Le Comité consultatif, après examen des documents communiqués, indique qu'il y a lieu d'envisager deux cas :

A. *Industriels produisant leur courant eux-mêmes.* — En ce qui concerne les industriels produisant leur courant eux-mêmes, il ne peut y avoir aucun doute sur la réponse à faire à la question : aux termes de la jurisprudence du Conseil d'État, le fait par un particulier de passer des fils sur les voies publiques d'une commune pour transporter le courant qu'il produit par ses propres moyens, jusqu'à l'établissement où il l'utilise pour son éclairage personnel (éclairage domestique, industriel ou commercial), ne peut servir de base à une action introduite contre ladite commune par le concessionnaire du service de la distribution de l'éclairage (*voir* notamment les arrêts suivants : Conseil d'État, 25 mai 1900; Compagnie Gaz et Eau c. ville de Lourdes, Recueil Lebon, 1900, p. 359; Dalloz, 1901, t. III, p. 78; 6 juillet 1900, Compagnie du gaz c. ville de Nérac, Recueil Lebon, 1900, p. 458; Dalloz, 1901, t. III, p. 78).

A plus forte raison serait-il jugé ainsi, s'il s'agissait de fils destinés à permettre à un usinier d'éclairer son habitation privée au moyen de l'électricité produite par son usine (Conseil d'État, 20 novembre 1903; Compagnie française d'éclairage au gaz c. ville de Bagnères-de-Bigorre, Recueil Lebon, 1903, p. 693).

B. *Industriels achetant leur courant à une usine autre que celle du concessionnaire de l'éclairage.* — Ce deuxième cas diffère du précédent, en ce qu'il faut examiner non seulement la situation des industriels utilisant l'énergie pour l'éclairage accessoire de leurs locaux industriels, mais encore celle de l'usine productrice de l'énergie.

Deux circonstances doivent être envisagées :

1° Les industriels en question prennent le courant à l'usine productrice d'énergie au moyen d'une ligne leur appartenant et partant de l'usine même.

En ce qui concerne ces industriels, il y a lieu d'observer qu'ils ne font pas acte de concurrence en se servant pour l'éclairage d'une partie du courant qu'ils achètent pour la force; leur cas se confond avec le cas que nous avons examiné en A.

En ce qui concerne le fournisseur de courant, si la ligne des industriels acheteurs du courant force part de l'usine même, le Comité ne pense pas qu'il soit répréhensible, puisqu'il n'utilise pas les voies publiques pour le transport du courant servant à l'éclairage, son réseau de distribution de force restant, en somme, absolument indépendant de la ligne des industriels acheteurs.

2° Lesdits industriels ont branché la ligne non autorisée sur le réseau de l'entrepreneur de distribution de l'énergie pour la force.

Il y aurait lieu de craindre que, dans ce cas, l'entrepreneur de la distribution de force ne fût considéré comme fournissant du courant servant, tout au moins pour partie, pour l'éclairage. Le concessionnaire de l'éclairage pourrait intenter un procès à la commune pour violation de ses droits de monopole et celle-ci pourrait, à son tour, menacer l'entrepreneur de la distribution de force de lui enlever ses autorisations à raison de leur usage abusif en vue de l'éclairage.

MONOPOLE DES INSTALLATIONS INTÉRIEURES. — Relativement à une question posée sur le monopole des installations intérieures, le Comité consultatif répond comme suit :

Si la jurisprudence ne s'est pas jusqu'ici prononcée d'une façon formelle contre la légalité des monopoles d'installations intérieures chez les abonnés de secteurs électriques, il n'en est pas moins certain que cette légalité peut être considérée comme très douteuse.

En ce qui concerne les installations d'éclairage électrique chez les abonnés, il ne semble pas que les dangers éventuels des installations mal faites puissent justifier d'autre mesure, pour préserver la sécurité publique, que le contrôle par le concessionnaire des installations faites par des entrepreneurs étrangers avant leur mise en fonctionnement.

Sans qu'il soit besoin d'interpréter le traité de concession et de renvoyer devant le Conseil de préfecture pour fixer cette interprétation, le Tribunal serait compétent pour constater l'illégalité du monopole d'installations intérieures et ordonner l'expertise à l'effet de vérifier l'installation refusée.

LIGNES TÉLÉPHONIQUES. — Le Comité consultatif répond comme suit à la question posée par un adhérent de l'Est :

En ce qui concerne les lignes téléphoniques de sécurité, l'article 39 du décret du 3 avril 1908 n'exempte pas ces lignes des droits dus à l'Administration des Postes et Télégraphes pour leur établissement et entretien, puisqu'il est dit *à leurs frais*. Lorsque le concessionnaire établit lui-même ses lignes, il est exempt du droit d'entretien, mais non du droit d'usage. La question n'est pas encore tranchée pour le droit d'usage; l'esprit de la loi serait plutôt d'exonérer.

FRAIS DE CONTROLE. — Répondant au même adhérent relativement aux frais de contrôle, le Comité indique que l'article 10 du décret du 17 octobre 1907 dit que pour le calcul des frais de contrôle les branchements n'entrent pas en compte.

La ligne en question, qui suit un chemin, est une *canalisation* et non pas un branchement sur une canalisation. Le branchement est le moyen de communication entre l'immeuble et la canalisation.

Le Conseil d'État attribue au branchement le caractère de travaux publics, bien qu'il soit fait dans l'intérêt d'un immeuble, parce qu'il est fait pour relier à la canalisation.

REMPLACEMENT DES LAMPES ORDINAIRES PAR DES LAMPES MÉTALLIQUES. — Après examen des documents soumis par une société adhérente, le Comité consultatif donne l'avis suivant :

La prévision contractuelle du pouvoir éclairant des lampes, base du minimum de consommation ou compteur, semble bien inconciliable avec la prétention de l'abonné de faire substituer aux lampes prévues des lampes économiques dont le pouvoir éclairant est supérieur, d'autant que le monopole de fourniture des lampes renforce l'idée de convention sur le genre de lampes à employer. Le prix du forfait, de même que le minimum de consommation, dépend aussi de la nature des lampes.

LIMITEURS DE COURANT. — Le Comité consultatif, après examen de la question posée, répond comme suit :



En ce qui concerne le cas soumis, il ne paraît pas douteux que les concessionnaires puissent imposer le limiteur, car aux termes de l'article 12 de la police, « les concessionnaires se réservent le droit de placer chez l'abonné tout appareil de contrôle ».

Mais beaucoup plus douteux est le point de savoir si l'abonné est obligé de supporter les frais d'installation du limiteur. L'article 4 de la police énumère les divers appareils compris dans les frais d'installation intérieure à la charge de l'abonné, sans prévoir le limiteur ou même simplement les appareils de contrôle. L'article 12, d'autre part, qui donne le droit aux concessionnaires de placer chez l'abonné tout appareil de contrôle, n'indique pas que ce sera aux frais de l'abonné.

Dans ces conditions un peu incertaines, on doit admettre que les concessionnaires agiraient prudemment en ne coupant pas le courant à l'abonné pour refus de payer le limiteur. La jurisprudence n'autorise, en effet, la suppression du courant que dans les cas nettement prévus par la police. Or le seul cas de suppression de courant dont parle la police est celui de refus de paiement de la facture, et, si l'article 14 dispose que l'abonné renonce à opposer à la demande de paiement toute réclamation sur la *quotité des consommations constatées,* il ne dit rien du refus basé sur une interprétation différente de la police.

ASSURANCES INCENDIE. — M. le Secrétaire général communique les avis donnés par M. Doucerain, assureur-conseil, sur la responsabilité du fournisseur de courant ou de l'installateur à raison des incendies provenant, chez les tiers, soit du courant électrique, soit de la défectuosité des appareils et sur la validité d'un contrat d'assurance d'une église.

ACCIDENTS DU TRAVAIL. — Il est rendu compte des arrêts suivants :

Cours d'appel : Nancy, 4 avril 1908, Mège c. Jaumotte, lieu et temps du travail (*Loi*, 29 sept. 1908). — Besançon, 15 avril 1908, Guey c. Peugeot et Cie, apprenti, incapacité partielle permanente, salaire, calcul (*Loi*, 20 juillet 1908). — Chambéry, 24 juin 1908, accident, dommage, cas non prévu (*Loi,* 29 août 1908). — Tribunaux civils : Gex, 25 mars 1908, Rapetti c. Péju, frais à la charge de patron, paiement des condamnations, substitutions de l'assureur au chef d'entreprise (*Loi,* 8 juillet 1908). — Marseille, 12 mai 1908, Morin c. Ouvière, rente, conversion en capital, procédure, non-mise en cause du patron, action de l'ouvrier, point de départ (*Loi,* 18 juillet 1908). — Bourg, 24 juillet 1908, Verrillat c. Rolland, rente viagère, évaluation, salaire annuel, pourboires compris dans le décompte (*Loi,* 9 sept. 1908). — Tribunal correctionnel, Seine, 27 mai 1908, Min. pub. c. Melliand et Bresson, escroquerie, accident du travail, simulation, délivrance de certificats fictifs, complicité du médecin (*Loi,* 24 août 1908). — Justice de paix, 5 mai 1908, Martigues Robert c. Carcassonne frères, contestation sur l'existence de l'accident de travail, faute inexcusable, compétence du juge de paix (*Loi,* 17 sept. 1908).

CHRONIQUE FINANCIÈRE ET COMMERCIALE.

Convocations d'Assemblées générales. — *Compagnie électrique de Menton*. Assemblée ordinaire le 21 décembre, 11h, 9, rue Pillet-Will, Paris.

Société française d'Entreprise et d'Exploitation électrique. Assemblée ordinaire le 2 décembre, 4h30m, 73, boulevard Haussmann, Paris.

Société des Forges hydrauliques du Rhône. Assemblée ordinaire le 22 décembre, 4h, 3, boulevard Haussmann, Paris.

Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'électricite. Assemblée ordinaire le 17 décembre, 11h, 5, rue Boudreau, Paris.

Comptoir d'Électricité et d'Applications industrielles. Assemblée ordinaire, le 29 décembre, 2h30m, 5, rue Ballu, Paris.

Société montalbanaise d'Électricité. Assemblée ordinaire le 22 décembre, 2h, rue Centrale, à Lyon (Rhône).

Société d'Éclairage électrique de Bordeaux. Assemblée ordinaire le 24 décembre, 11h, rue Poquelin-Molière, à Bordeaux (Gironde).

Société des Forces motrices de la vallée de la Bienne. Assemblée ordinaire, le 18 décembre, 2h, 47, rue Le Peletier, Paris.

Compagnie urbaine d'Eau et d'Electricité. Assemblée extraordinaire, le 19 décembre, 3h, 68, rue de Rome, Paris.

Compagnie générale d'Éclairage de Bordeaux. Assemblée ordinaire, le 26 décembre, 11h, 11, rue de Mogador, Paris.

Société Électro-Dynamique. Assemblée ordinaire le 30 décembre, 3h, 64, rue Tiquetonne, Paris.

Société Pyrénéenne d'Énergie électrique. Assemblée ordinaire le 28 décembre, 3h, 18, rue Lafayette, Paris.

Compagnie havraise suburbaine d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité. Assemblée ordinaire le 30 décembre, 118, rue de Paris, au Havre (Seine-Inférieure).

Cours officiels, à la Bourse de Londres, du cuivre « Standard » et du cuivre électrolytique. — Du 14 au 24 décembre 1908 ces cours ont été :

DATES.	CUIVRE « STANDARD ».	CUIVRE ÉLECTROLYTIQUE
	£ sh d	£ sh d
14 décembre	62 15 »	65 15 »
15 »	62 11 3	65 15 »
16 »	62 10 »	65 15 »
18 »	62 7 6	65 15 »
21 »	62 15 »	65 10 »
22 »	62 12 6	65 10 »
23 »	62 17 6	65 15 »
24 »	63 7 6	66 5 »

NOTA. — La Bourse de Londres est fermée le samedi.

AVIS.

A vendre,

Deux machines à vapeur verticales Westinghouse, de 75 chevaux chaque.

S'adresser au Syndicat professionnel des Usines d'électricité, 27, rue Tronchet, Paris.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES (¹).

CHRONIQUE SYNDICALE.

Union des Syndicats de l'Électricité.

Syndicat professionnel des Industries électriques.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

(¹) Les astérisques placés à la fin d'un titre indiquent que l'analyse correspondante tient moins de 10 lignes.





ÉLECTRICITÉ PURE ET APPLIQUÉE.

Electricité et Magnétisme.

Génération et Transformation.



Transmission et Distribution.



Applications mécaniques.

Traction et Locomotion.

Télégraphie et Téléphonie.

Applications thermiques.

Éclairage.

Électrochimie et Électrométallurgie.

Mesures et Essais.

Applications diverses.

Variétés.

DIVERS.

Législation, Réglementation.



Chronique financière et commerciale.

Sociétés savantes et techniques.

Expositions, Congrès, Concours, etc.

Nécrologie.

Bibliographie.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS (¹).

(¹) Les astérisques placés à la fin d'un titre indiquent que l'analyse correspondante tient moins de 10 lignes; la lettre (B) indique une analyse bibliographique.







FIN DU TOME X.

41948 Paris. — Imprimerie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55.





UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07493 8658

